www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

4e JAARGANG NUMMER 11 NOVEMBER 1939

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

HET VERVAARDIGEN VAN COMPACTE METALEN DOOR PERSEN EN SINTEREN

door J. D. FAST. 621.775.7

De metalen wolfraam, molybdeen, tantaal, enz. kunnen betrekkelijk gemakkelijk in poedervorm bereid worden. De poeders kunnen echter wegens het hooge smeltpunt der genoemde metalen niet door smelten en gieten in compacte vorm worden gebracht. Het vervaardigen der compacte metalen geschiedt derhalve volgens de methoden der sintermetallurgie, waarvan hier de belangrijkste bijzonderheden worden besproken. Daarna wordt meer in den breede behandeld de bereiding en verwerking van ductiel wolfraam voor de gloeilampenindustrie, en de vervaardiging en toepassing van zg. „hard metaal". In speciale toepassingen wordt ook gebruik gemaakt van de groote porositeit, die gesinterde metalen kunnen bezitten.

De ontwikkeling van de gloeilampenindustrie schiep het probleem van het in draadvorm vervaardigen van metalen met zeer hooge smeltpunten, zooals osmium, tantaal, molybdeen en wolfraam. Het bereiden van deze metalen in poedervorm leverde geen groote moeilijkheden op, het omzetten van het poeder in compact metaal daarentegen wel. De hooge smeltpunten maakten het onmogelijk dit doel te bereiken door toepassing van de gebruikelijke methoden van smelten en gieten, en leidden tot pogingen om de korreltjes, waaruit de poedervormige metalen bestaan, bij temperaturen beneden het smeltpunt aan elkaar te kitten of te bakken. Bij de practische uitvoering blijken hiervoor in de meeste gevallen twee bewerkingen noodig te zijn: een behandeling bij gewone temperatuur, waarbij de korrels tot een samenhangend voorwerp worden vereenigd, en een verhitting van dit voorwerp op hooge temperatuur, de zg. sintering, die ten doel heeft de stevigheid en de samenhang nog in hooge mate te doen toenemen.

De behandeling bij gewone temperatuur bestond bij het vervaardigen van de eerste osmium- en wolfraamdraden in het met behulp van een kleefstof aan elkaar kitten van de korreltjes. Spoedig kwam men echter tot het inzicht, dat het gewenschte resultaat ook zonder gebruik te maken van een bindmiddel kan worden bereikt en wel door het zuivere poeder in een vorm samen te persen.

Het persen van droge metaalpoeders tot samenhangende voorwerpen

Compacte metalen zijn in het algemeen (ook wanneer ze via de gesmolten toestand zijn verkregen) geen éénkristallen, maar conglomeraten van vele grootere of kleinere kristallen, welke door cohesiekrachten worden tezamen gehouden; deze krachten zijn in vele gevallen van dezelfde orde van grootte als de krachten, die een éénkristal tezamen houden. In principe moet het mogelijk zijn deze cohesiekrachten ook werkzaam te maken tusschen de korrels, waaruit een metaalpoeder bestaat, en wel door ze dicht genoeg bij elkaar te brengen. De werking van deze krachten wordt nl. pas op zeer korte afstand merkbaar.

Wat de practische uitvoerbaarheid betreft, komen hiertegen echter de volgende bedenkingen op:

1e. De korrels zullen in het algemeen zoodanig gevormd zijn, dat het onderlinge aanrakingsoppervlak slechts klein en de porositeit dienovereenkomstig groot is.

2e. De metalen bedekken zich aan de lucht met oxydehuidjes, die vaak slechts één molecuul dik zijn, maar die het werkzaam worden der cohesiekrachten belemmeren.

3e. De structuur van de buitenste atoomlagen van een vrij metaaloppervlak zal een andere zijn dan die van de buitenste atoomlagen van

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

een kristalliet in het inwendige van een gegoten metalen voorwerp. Ook per eenheid van werkelijk aanrakingsoppervlak zal daarom na het nader tot elkaar brengen der korrels (zelfs bij afwezigheid van oxydehuidjes) de samenbindende kracht in het algemeen kleiner zijn dan tusschen de kristallieten (kristallen) in een gegoten metaal.

Deze bezwaren worden ten deele ondervangen, wanneer men bij het nader tot elkaar brengen der afzonderlijke korreltjes groote drukken toepast. Er treedt dan een niet onbelangrijke vervorming van de korrels op, waardoor het totale aanrakingsoppervlak belangrijk vergroot wordt. Bovendien schuren vele korrels onder druk langs elkaar, waardoor de oxydehuidjes op talrijke plaatsen afgeschaafd worden en waardoor tevens plaatselijke temperatuurverhoogingen van zeer korten duur optreden, die een gedeeltelijke hergroepeering der metaalatomen op de aanrakingsplaatsen mogelijk maken. Inderdaad blijkt men uit droge metaalpoeders door het toepassen van hooge drukken voorwerpen te kunnen persen, die na opheffen van de persdruk niet weer in poeder uiteenvallen. De vastheid is in de meeste gevallen echter nog slechts klein, doordat de drie genoemde tegenwerkende factoren door het persen slechts voor een klein gedeelte onwerkzaam worden gemaakt: het totale aanrakingsoppervlak is na het persen nog betrekkelijk klein, terwijl bovendien de cohesie per eenheid van aanrakingsoppervlak kleiner is dan tusschen de kristallieten in een gegoten metaal, doordat op vele plaatsen de oppervlaktehuiden nog tusschen de korrels aanwezig zijn en op andere plaatsen, waar zulks niet meer het geval is, nog niet de atoomgroepeering bereikt is, die op de grens van twee kristallieten in een gegoten metaal bestaat. Een thermische behandeling is noodig om de structuur meer tot die van een gegoten metaal te doen naderen.

Het verhitten van de geperste voorwerpen

Bij het verhitten van de geperste voorwerpen treedt reeds bij betrekkelijk lage temperatuur een belangrijke versteviging op. Wolfraamstaven bijv., die na het persen uit poeder nog zoo zwak zijn, dat ze niet in de hand kunnen worden genomen zonder te breken, hebben na een verhitting in waterstof op 1000 °C reeds een zoo groote vastheid, dat ze in stroomtoevoerklemmen voor de eigenlijke sintering kunnen worden bevestigd. De oorzaak van de versteviging moet worden gezocht in een hergroepeering van de atomen op de aanrakingsplaatsen en in een reductie van de nog aanwezige oxydehuidjes.

De eigenlijke sintering, die bij een veel hoogere temperatuur optreedt, gaat gepaard met een belangrijke krimp en een overeenkomstige afname van de poreusheid. (Bij de vóórsintering treedt nog geen merkbare krimp op). We kunnen ons het mechanisme van het krimpen op twee manieren voorstellen. In de eerste plaats kan men zich indenken, dat de invloed van het groote vrije oppervlak zich op een zoodanige wijze uit, dat onder invloed van de oppervlaktespanning als drijvende kracht een plastische vervorming van de korrels optreedt, waardoor deze als het ware in de aanwezige holten worden „gezogen". De weerstand, die metalen tegen een plastische vervorming bieden, wordt bij stijgende temperatuur kleiner en in overeenstemming met het voorgaande blijkt, dat de temperatuur, waarbij sintering optreedt, des te hooger is, naarmate het metaal minder vervormbaar (harder) is. Men kan zich echter ook voorstellen, dat de aanwezigheid van het groote inwendige oppervlak in de geperste voorwerpen bij voldoend hooge temperatuur een verplaatsing van materie door oppervlaktediffusie tengevolge heeft, waarbij de metaalatomen zich over de oppervlakken van de korrels naar plaatsen bewegen, waar hun potentieele energie het kleinst is. Het is nl. bekend, dat de atomen in het oppervlak van een metaal reeds bij temperaturen, gelegen beneden die, waarbij het metaal smelt of merkbaar verdampt, een groote beweeglijkheid in dit oppervlak bezitten. Waarschijnlijk spelen bij de sintering van metalen beide besproken verschijnselen een rol.

Zouden de korrels, waaruit een geperst metalen voorwerp is opgebouwd, ongestoorde kristallen zijn, dan zou de sintering waarschijnlijk op tamelijk ongecompliceerde wijze verloopen en misschien slechts gepaard gaan met of gevolgd worden door een verschuiving van de kristalgrenzen, doordat tijdens en na de sintering sommige kristallen zich ten koste van andere vergrooten [1]). We hebben echter reeds gezien, dat de korrels bij het samenpersen vervormd worden. Bovendien is hun voorgeschiedenis (de bereidingswijze) in sommige ge-

[1]) Dit verschijnsel, waarbij in een spanningvrij metaal enkele kristallen zich ten koste van andere vergrooten en waarbij de inwendige energie vermindert door verkleining van het oppervlak der kristallietgrenzen, wordt gewoonlijk samengroei genoemd. Om een verwarring tusschen de begrippen sintering en samengroei te voorkomen, leggen we er de nadruk op, dat een sintering slechts in een poreus voorwerp kan optreden en nog niet noodzakelijk met een vergrooting der kristallieten gepaard behoeft te gaan, wel echter met een verandering van hun vorm. Een samengroei kan zoowel in een massief als in een poreus metaal optreden en behoeft in het laatste geval nog niet noodzakelijk met een afname der porositeit gepaard te gaan; het verschijnsel is slechts gekenmerkt door een afname van het aantal individueele kristallieten (kristallen).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

vallen van dien aard, dat ze zelfs reeds vóór het samenpersen een onstabiele structuur hebben. Het gevolg is, dat bij het verhitten van de geperste voorwerpen rekristallisatieverschijnselen optreden, dwz. in de korrels of op de grens van twee korrels ontstaan nieuwe kristalkiemen, die zoover uitgroeien ten koste van het gedeformeerde of anderszins structureel onstabiele metaal, tot ze op andere nieuwgevormde kristallieten stooten. Op deze rekristallisatie volgt dan vaak weer een samengroei van de gevormde nieuwe kristallen tot grootere eenheden. In vele gevallen schijnt de beginnende rekristallisatie de sintering in te leiden, in andere gevallen gaat de sintering geheel of gedeeltelijk aan de rekristallisatie vooraf.

Fig. 1. Na het sinteren worden de wolfraamstaven eerst met behulp van een zg. handhamermachine bewerkt. De op hooge temperatuur verhitte staaf wordt in een tang gepakt en tusschen de snel bewegende hamers gebracht (zie fig. 2). De bewerking veroorzaakt een afname van de dikte en een toename van de lengte. Zoodra de lengte voldoende is toegenomen, wordt overgegaan op een meer automatisch werkende hamermachine. Naast de op de foto afgebeelde handhamermachine ziet men de electrische ovens, waarin de staven verhit worden.

Als gevolg van de besproken rekristallisatie- en samengroeiingsverschijnselen zijn de kristallieten van de gesinterde producten vaak zeer veel grooter dan de korrels van het poeder, waarvan men is uitgegaan. De nog aanwezige poriën liggen dan voor het grootste gedeelte geheel binnenin de kristallieten. Deze overblijvende poreusheid kan slechts door ingrijpende mechanische bewerkingen worden opgeheven.

De invloed van gassen op het sinterproces

De verschijnselen, die bij het verhitten van uit poeder geperste metalen optreden, kunnen in vele gevallen worden beïnvloed door uit het metaal vrijkomende of door opzettelijk van buitenaf toegevoerde gassen. Het vrijkomende gas kan afkomstig zijn van één of meer der volgende bronnen:

a) Aan het oppervlak van de korrels geadsorbeerd gas.
b) In het metaal opgelost gas.
c) Chemisch gebonden gas.
d) Tijdens het persen tusschen de metaaldeeltjes ingesloten gassen.
e) Gassen, die door een chemische reactie tusschen in het metaal aanwezige vreemde stoffen worden gevormd. Technisch ijzer en nikkel bijv., die in sommige gevallen eveneens voor de vervaardiging van sinterproducten worden gebruikt, bevatten steeds niet onbelangrijke hoeveelheden koolstof in vrije toestand of in de vorm van carbiden en bovendien zuurstof in opgeloste toestand en in de vorm van oxyden. Bij verhitten worden kooldioxyde en koolmonoxyde gevormd, welke gassen in groote hoeveelheden vrijkomen.
f) Gassen, afkomstig van vetlaagjes op de metaaloppervlakken.

Zijn de voorwerpen met zeer hooge druk geperst, dan kan het voorkomen (vooral bij zachte metalen), dat het metaal zoodanig ineen geperst is, dat vele holten geheel afgesloten zijn of nog slechts door

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

zeer nauwe openingen met de buitenwereld in verbinding staan. De vrijkomende gassen kunnen dan zeer groote inwendige drukken veroorzaken, daardoor het sinterproces tegenwerken en soms zelfs een zwelling in plaats van een krimp doen optreden.

Van buitenaf toegevoerde gassen dienen om de geperste voorwerpen bij het verhitten tegen oxydatie te beschermen. Zoo wordt bijv. de sintering van wolfraam en molybdeen in zuivere waterstof uitgevoerd, waarbij dit gas tevens de zeer belangrijke functie van het reduceeren der oxydehuidjes verricht. Metalen, die zulke stabiele oxyden vormen, dat de oxydehuidjes zich door geen enkel gas tot metaal laten reduceeren, kunnen door sinteren slechts in zuivere toestand worden verkregen, indien het oxyde een grootere dampspanning heeft dan het metaal, of indien het bij de sintertemperatuur reeds een merkbare zuurstof-dissociatiedruk heeft. Aan deze voorwaarden wordt voldaan door tantaal, dat derhalve in zuivere toestand kan worden verkregen door de sintering in een hoogvacuum uit te voeren. Thorium daarentegen vormt een oxyde, dat eveneens niet door waterstof tot metaal kan worden gereduceerd, maar dat bovendien een kleinere dampspanning heeft dan het metaal en niet merkbaar dissocieert beneden het smeltpunt van thorium. Het gevolg hiervan is, dat dit metaal volgens de methoden van de sintermetallurgie, weliswaar in een ductiele, echter niet in een oxydvrije toestand kan worden verkregen. Het oxyde is na de sintering in de vorm van mechanische insluitsels in het metaal aanwezig. Nog ongunstiger liggen de verhoudingen bij titanium, zirconium en hafnium, wier oxyden bij de sintertemperatuur bovendien in de overmaat metaal oplossen, waardoor dit zijn vervormbaarheid grootendeels verliest. Men heeft dan ook geheel andere methoden moeten toepassen om deze laatste metalen in een volkomen ductiele toestand te verkrijgen (zie Philips techn. T. 3, 353, 1938).

Nadat in het voorgaande beschouwingen van meer algemeene aard over de sintermetallurgie zijn gegeven, zullen in het verdere gedeelte van het artikel enkele der belangrijkste toepassingen behandeld worden.

De vervaardiging van ductiel wolfraam

Het poedervormige wolfraam, waarvan men uitgaat, wordt bereid door wolfraamoxyde WO_3 met waterstof te reduceeren. Deze reductie wordt onder zoodanige omstandigheden uitgevoerd, dat het metaal hierbij met een gemiddelde korrelgrootte van slechts enkele microns wordt verkregen (1 micron $= 10^{-3}$ mm). Het poeder wordt in stalen vormen met behulp van een hydraulische pers tot staven met een vierkante doorsnede geperst. Na een reeds ter sprake gekomen vóórsintering in waterstof bij een betrekkelijk lage temperatuur volgt de eigenlijke sintering, waarbij de staven door stroomdoorgang tot boven 3000 °C worden verhit (het smeltpunt van wolfraam ligt bij ca. 3400 °C). Er treedt hierbij een zoo groote krimp op, dat het soortelijke gewicht van ongeveer 12 tot ongeveer 18 stijgt en dat de lengte na de sintering nog slechts ongeveer 85% van de beginlengte bedraagt. Bij de mechanische bewerkingen (zie hieronder) treedt een verdere verdichting van het metaal op, waardoor het soortelijke gewicht tenslotte tot dat van poriënvrij wolfraam, nl. 19,35, stijgt. De grootte van de kristallen in de staven ligt na de sintering belangrijk boven de korrelgrootte van het poeder, waarvan men is uitgegaan. Er vinden dus, op de in het voorafgaande beschreven wijze, belangrijke kristallisatieverschijnselen in de staven plaats.

De gesinterde staven bezitten reeds een groote vastheid, zijn echter nog in hooge mate bros, althans bij gewone temperatuur. Bij hooge temperaturen daarentegen blijken ze een bevredigende ductiliteit te vertoonen, waardoor het mogelijk is ze tot draad te verwerken. Bij de eerste bewerking wordt gebruik gemaakt van hamermachines (*fig. 1*) waarin twee hamers, die een halfcylindervormige uitholling hebben, om de as van de staaf roteeren

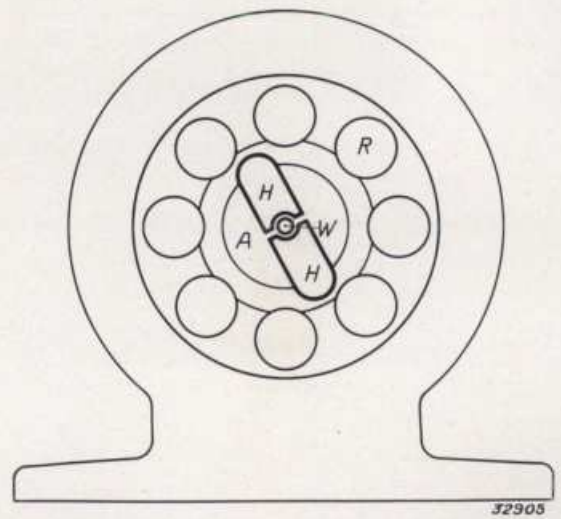


Fig. 2. Schematische voorstelling van een hamermachine. In de hamerkop *A* is een gleuf, waarin zich de hamers *H* radiaal kunnen bewegen. Tijdens het gebruik draait de hamerkop met groote snelheid rond, met het gevolg, dat de hamers door de middelpuntvliedende kracht uit elkaar worden geslingerd. Ze raken hierbij de zg. kooirollen *R*, die in een even aantal (meestal 8 of 10) concentrisch om de hamerkop zijn aangebracht. De hamers worden hierdoor 8 of 10 maal per omwenteling met kracht tegen elkaar geslagen. De verhitte wolfraamstaaf *W* wordt tusschen de hamers gebracht en ontvangt dus een aantal slagen, dat gevonden wordt door het aantal omwentelingen met dat der kooirollen te vermenigvuldigen. Door hamers met steeds kleinere uitholling te gebruiken, kan men voortdurend dunner hameren.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

en er ongeveer 10 000 maal per minuut tegenaan slaan (*fig. 2*). De gesinterde staven worden in een electrische oven verhit en daarna langzaam tusschen de hamers doorbewogen, waardoor de dikte af- en de lengte dienovereenkomstig toeneemt. Om de staven, die oorspronkelijk bijv. een doorsnede van 15 mm in het vierkant hebben, in draad van 1 mm dikte om te zetten, moet deze bewerking vele malen herhaald worden. Hierbij worden hamers met steeds kleinere uitholling gebruikt. In tegenstelling met vrijwel alle andere metalen wordt wolfraam des te ductieler, naarmate het meer bewerkt is. De verklaring hiervan moet gezocht worden in de geringe vastheid der kristalgrenzen, waardoor de kristallen in een gesinterde staaf bij vervormingspogingen bij lage temperatuur van elkaar breken. Door de bewerking echter worden de kristallen, die oorspronkelijk in alle richtingen ongeveer gelijke afmetingen hebben, in de richting van de staafas uitgerekt. Naarmate de draad dunner wordt, krijgt ze dus meer en meer een vezelige structuur en het is deze structuurverandering, die aan de draad zijn toenemende ductiliteit verleent.

Door de stijgende ductiliteit kan de bewerkingstemperatuur voortdurend verlaagd worden. Dit is tevens noodzakelijk, omdat een rekristallisatie, welke aan de draad weer zijn oorspronkelijke brosheid terug zou geven, moet worden vermeden. De temperatuur, waarbij rekristallisatie optreedt, daalt nl. bij toenemende vervorming.

Na het hameren wordt de wolfraamdraad door een trekproces tot nog dunnere draad verwerkt. De treksteenen bezitten een conische doorboring, waarvan, zooals vanzelf spreekt, de kleinste diameter iets kleiner is dan die van de draad. *Fig. 3* geeft een schematische voorstelling van zoo'n treksteen. De draad wordt er doorheen getrokken door middel van een spoel, die op een door electrische kracht gedreven as is bevestigd en waar de getrokken draad op wordt gewikkeld (*fig. 4*). Voor de grootere dikten wordt gebruik gemaakt van treksteenen van zg. „hard metaal", welke stof evenals wolfraam door persen en sinteren wordt vervaardigd (zie hieronder). Voor de kleinere dikten wordt gebruik gemaakt van treksteenen van diamant. Door het trekproces neemt de ductiliteit van wolfraam nog in hooge mate toe, waardoor het mogelijk is de bewerkingstemperatuur nog verder te verlagen.

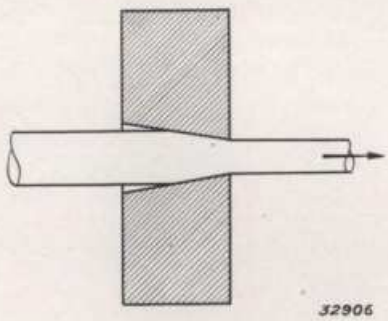


Fig. 3. Schematische voorstelling van het trekken van draad.

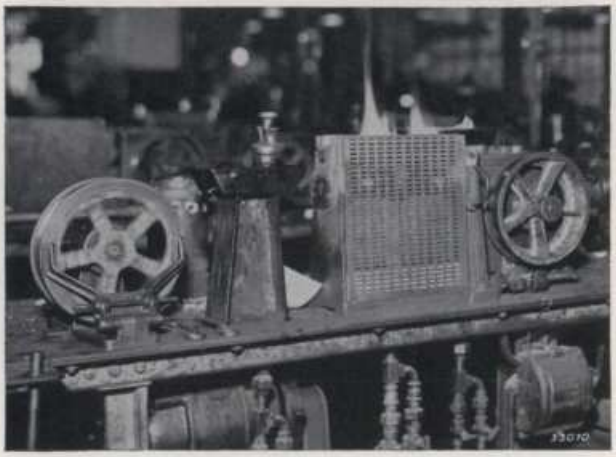


Fig. 4. Trekbank, zooals deze bij het vervaardigen van wolfraamdraad gebruikt wordt. Links ziet men de klos, waarvan de draad afloopt. Ze passeert eerst een bakje met graphietsmeer (een suspensie van graphiet in water). Daarna wordt ze met een gasbrander verhit, waarbij het water verdampt en de graphiet geheel of gedeeltelijk op de draad achterblijft. In heete toestand loopt ze vervolgens door de treksteen en verder naar de klos, die rechts op de figuur te zien is.

Men kan op de besproken wijze zelfs wolfraamdraad vervaardigen, die nog slechts een dikte van 8 micron (0,008 mm) heeft. De draad moet een groot aantal treksteenen passeeren vóór een dergelijke einddikte bereikt is, want met het oog op de beperkte trekvastheid van de draad mag de diameter bij één keer trekken slechts betrekkelijk weinig afnemen. Onmiddellijk vóór het passeeren van elke treksteen wordt de draad met behulp van gasbranders op de gewenschte temperatuur verhit. Als smeermiddel wordt bij het trekken graphiet gebruikt, welke stof tevens het wolfraamoppervlak tegen oxydatie beschermt.

Op de beschreven wijze kan uit een geperste en gesinterde wolfraamstaaf van 1,5 kg ongeveer 1000 km draad van 10 micron dikte worden verkregen.

Bij het gebruik van de door hameren en trekken vervaardigde wolfraamdraden in gloeilampen treden reeds bij de eerste verhitting op hooge temperatuur rekristallisatieverschijnselen op. De structuur, waartoe deze rekristallisatie leidt, en die voor een groot gedeelte de levensduur en de kwaliteit van de gloeilamp bepaalt, kan men beïnvloeden door bepaalde chemicaliën aan het wolfraampoeder toe te voegen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

De vervaardiging van molybdeen en tantaal in ductiele toestand

Behalve wolfraam worden ook enkele andere hoogsmeltende, in de techniek toegepaste metalen volgens de methoden van de sintermetallurgie in compacte stukken vervaardigd. De belangrijkste hiervan zijn molybdeen met een smeltpunt van 2600 °C en tantaal met een smeltpunt van 3000 °C. Ook deze smeltpunten liggen te hoog om de compacte metalen met succes door smelten en gieten te kunnen vervaardigen.

De vervaardiging van poedervormig molybdeen en van molybdeenstaven geschiedt op vrijwel dezelfde wijze als hierboven voor wolfraam is beschreven. De staven kunnen eveneens tot draad en plaat worden verwerkt. Molybdeen wordt in de gloeilampen- en radio-industrie veelvuldig toegepast, in draadvorm voornamelijk als steundraad voor de wolfraamdraden en -spiralen der gloeilampen, in plaatvorm o.a. als anode voor zendbuizen. Een zeer bekende toepassing van molybdeendraad is die als verhittingsdraad in electrische ovens voor zeer hooge temperaturen.

Metallisch tantaal kan in poedervorm bijv. worden verkregen door reductie van kaliumtantaalfluoride met natrium of door electrolyse van deze verbinding in gesmolten toestand. De uit het poeder geperste staven worden in een hoogvacuum gesinterd, o.a. omdat tantaal met waterstof hydriden vormt. Bij de sintering is het uitdrijven van in het poeder aanwezige, opgeloste waterstof en van chemisch gebonden zuurstof zeer belangrijk. Evenals molybdeen wordt tantaal toegepast in ontladingsbuizen, bijv. in de vorm van anoden in zendbuizen. Verder wordt het als corrosie-bestendig materiaal toegepast, o.a. in de kunstzijde-industrie.

De vervaardiging van zg. „hard metaal"

Verschillende metaalcarbiden bezitten een zeer groote hardheid. Eén van de hardste is het wolfraamcarbide van de samenstelling WC, waarvan de hardheid niet zeer veel voor die van diamant onderdoet. Toen men in de gloeilampenindustrie naar een geschikt materiaal zocht, dat het dure diamant voor de vervaardiging der treksteenen kon vervangen, viel het oog op deze stof. In zuivere toestand bleek ze niet bruikbaar te zijn, doordat ze evenals metallisch wolfraam een zeer geringe vastheid der kristallietgrenzen bezit en daardoor bros is. Men zou betere resultaten mogen verwachten, indien men er in zou slagen het materiaal in de vorm van groote éénkristallen te vervaardigen. Men heeft de oplossing van de moeilijkheid echter in een andere richting gezocht en is er in geslaagd bruikbare voorwerpen te vervaardigen door van zeer fijn wolfraamcarbidepoeder uit te gaan en de deeltjes hiervan met een metallisch bindmiddel aan elkaar te kitten volgens de methoden van de sintermetallurgie. Men verving met andere woorden de kristalgrenzen door een laagje bindmiddel, dat een voldoende mate van ductiliteit en vastheid bezat. De „harde metalen" zijn dus strikt genomen geen metalen, daar ze bijna geheel uit carbide bestaan, waaraan men slechts noodgedwongen een weinig vrij metaal heeft toegevoegd. De hier in aanmerking komende carbiden hebben echter in vele opzichten metallische eigenschappen (o.a. wat het electrisch geleidingsvermogen betreft). Als bindmiddel gebruikt men een metaal, dat een slechts zeer geringe affiniteit tot koolstof heeft (bijv. cobalt).

Het wolfraamcarbide wordt verkregen door innige mengsels van fijn wolfraampoeder en koolstof in een geschikte gasatmosfeer te verhitten. Het gevormde carbide wordt gemengd met het als bindmiddel gebruikte hulpmetaal en in stalen vormen tot grootere stukken geperst. Gewoonlijk worden de aldus geperste voorwerpen op een betrekkelijk lage temperatuur in waterstof vóórgesinterd. Dit vóórsinteren dient om de samenhang der stukken zooveel grooter te maken, dat er gemakkelijk een gewenschte vorm aan kan worden gegeven. In deze toestand kan het materiaal bijv. op een draaibank worden bewerkt. Na het persen alleen is de samenhang hiervoor nog te klein, terwijl na de eindsintering de hardheid een dergelijke bewerking onmogelijk maakt. Men kan de voorwerpen in dit stadium echter niet precies de uiteindelijke vorm geven, daar bij de eigenlijke sintering een krimp van bijna 20% optreedt. Deze sintering komt tot stand bij een temperatuur, gelegen beneden het smeltpunt van het zuivere hulpmetaal. De hardheid is na de eindsintering zoo groot, dat de vorm nog slechts door slijpen of polijsten met de hardste slijpmiddelen kan worden veranderd.

Uit proeven van verschillende onderzoekers is overigens gebleken, dat men bij toepassing van cobalt als bindmiddel niet met een normaal geval van sintering te maken heeft, daar dit bindmiddel tijdens de verhitting smelt. Er lost nl. een klein gedeelte van het wolfraamcarbide bij het sinteren in het metaal op en veroorzaakt een smeltpuntsverlaging. De gevormde, betrekkelijk geringe hoeveelheid vloeistof wordt door de poreuse massa onder gelijktijdige volumevermindering als door een spons opgezogen, waardoor de poreusheid te verwaarloozen klein is na het sinteren. Dit wordt gede-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

monstreerd door *fig. 5*, terwijl de structuur van het „hard metaal" getoond is in *fig. 6* [2]).

Het is in dit geval, waarbij de sintertemperatuur

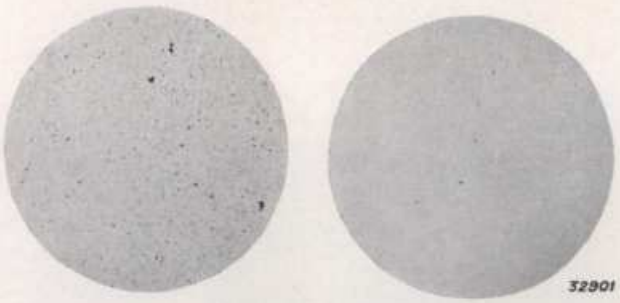


Fig. 5. Om de wolfraamcarbide-legeeringen op hun porositeit te onderzoeken, wordt aan een monster een vlak geslepen op ongeveer dezelfde wijze als bij het slijpen van diamanten gebruikelijk is. Het gepolijste oppervlak wordt onder een microscoop bij 50× vergrooting bekeken. Links ziet men een microfoto van een bij te lage temperatuur gesinterd product met groote porositeit, rechts één van een op de juiste wijze gesinterd product, dat vrijwel geen poriën vertoont.

Fig. 6. Door een gepolijst oppervlak van een wolfraamcarbide-legeering in een geschikt bad te etsen kan de microstructuur bij bijv. 500× vergrooting zichtbaar worden gemaakt. Links ziet men bij deze vergrooting de structuur van een legeering met een te laag gehalte aan koolstof (dwz. een legeering, waarvan het wolfraamcarbide uit een mengsel van WC en W_2C bestaat). De wolfraamcarbide-korrels zijn hier niet gelijkmatig in het hulpmetaal verdeeld, waarin bij de sintertemperatuur een abnormaal groot gedeelte van het wolfraamcarbide in oplossing is gegaan. Rechts ziet men de microstructuur van een legeering met het juiste koolstofgehalte (dwz. een legeering, waarvan het wolfraamcarbide geheel uit WC bestaat). De carbidekorrels liggen in gelijkmatige verdeeling in de grondmassa, die als bindmiddel fungeert en die slechts weinig wolfraamcarbide in opgeloste toestand bevat.

niet zeer hoog ligt, ook mogelijk het persen en sinteren te combineeren, nl. door het mengsel bij de sintertemperatuur samen te persen. Deze methode van werken biedt tevens de verdergaande mogelijkheid om de afzonderlijke bereiding van wolfraamcarbide te vermijden en wel door bij het warm persen van een innig mengsel van wolfraam, hulpmetaal en koolstof uit te gaan, waardoor de carbidevorming, het persen en het sinteren tot één bewerking gecombineerd worden.

De belangrijkste toepassingen van het beschreven „hard metaal" liggen op het gebied van de metaalbewerking, waar het in de draadtrekkerijen in de vorm van treksteenen (zie *fig. 7* en *8*) en in de verspaningstechniek in de vorm van draaibeitels, boren, enz. wordt gebruikt. De samenstelling is afhankelijk van het doel, waarvoor men het wil gebruiken. De sterkte (vastheid) neemt met het gehalte aan bindmiddel toe, de hardheid echter af. Bij alle toepassingen wordt wegens de betrekkelijk hooge prijs slechts dat gedeelte van het gereedschap van „hard metaal" vervaardigd, dat bij het gebruik aan slijtage onderhevig is.

Bij de toepassing als snijgereedschap voldoen de besproken wolfraamcarbide-legeeringen goed voor de bewerking van de niet-ijzermetalen en ook van gietijzer. Bij de bewerking van staal worden betere resultaten verkregen, wanneer het wolfraamcarbide gedeeltelijk door titaancarbide wordt vervangen.

Behalve de twee genoemde carbiden kunnen nog verschillende andere harde carbiden en tevens enkele boriden, siliciden en nitriden voor de vervaardiging van „hard metaal" in aanmerking komen.

Enkele verdere toepassingen en mogelijkheden van de sintermetallurgie

Bij de eerste toepassingen van de sintermetallurgie (wolfraam, molybdeen, enz.) had men geen ander doel voor oogen dan het zoo goed mogelijk benaderen van de resultaten, die men door smelten en gieten zou kunnen bereiken, indien de smeltpunten hiervoor niet te hoog lagen. Al spoedig bleek echter, dat deze nieuwe methode, verre van slechts een surrogaat voor de oudere te zijn, ook mogelijkheden biedt, die door smelten en gieten niet te verwerkelijken zijn. Als voorbeeld hiervan werd reeds terloops vermeld de invoering van vreemde chemicaliën in metallisch wolfraam met het doel de kristalgroei te beïnvloeden. Bij metalen, die via de gesmolten toestand worden verkregen, zou het zeer moeilijk, zoo niet onmogelijk zijn, om dergelijke (onoplosbare) niet-metallische toevoegingen in fijne en gelijkmatige verdeeling in te voeren. Ook de be-

Fig. 7. Treksteenen met een kern van „hard metaal".

[2]) De preparaten en de microfoto's werden vervaardigd door Ir. J. Romp.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

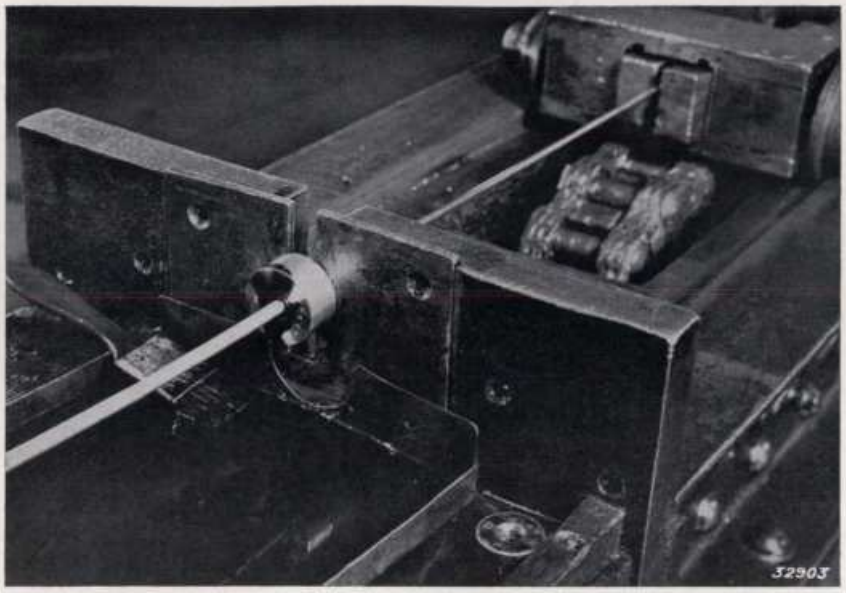


Fig. 8. Een treksteen met een kern van „hard metaal" in bedrijf.

sproken „harde metalen" vormen een voorbeeld van producten met een verdeeling der bestanddeelen, die door smelten en gieten niet zou kunnen worden verkregen. De structuur wijkt zooveel af van de evenwichtstoestand, dat alleen reeds een te lang sinteren of te hoog opvoeren van de sintertemperatuur een andere (minder gunstige) eindtoestand doet ontstaan, die niet meer in de gewenschte kan worden teruggebracht.

Er zijn ook voorbeelden van toepassingen, waarbij men een dankbaar gebruik maakt van de porositeit, die de gesinterde producten steeds in meerdere of mindere mate bezitten. (Deze porositeit is bij de vervaardiging der hoogsmeltende metalen een ongewenscht verschijnsel, dat men bij de mechanische bewerking tot een minimum tracht te reduceeren.) De belangrijkste toepassing, waarbij men van de porositeit gebruik maakt, vormen de zg. zelfsmerende lagers. Dit zijn lagers, die meestal uit een mengsel van koper- en tinpoeder (bijv. 90% koper + 10% tin) worden geperst en die na het sinteren een dusdanige graad van poreusheid bezitten, dat ze groote hoeveelheden olie (25 tot 40 volume-procenten) op kunnen zuigen en daardoor zelfsmerende eigenschappen verkrijgen. Het spreekt vanzelf, dat de poreusheid bij deze lagers niet alleen groot moet zijn, maar bovendien van een zoodanige aard, dat de poriën met elkaar in verbinding staan. Men bereikt dit door uit te gaan van langs electrolytische weg bereide poeders, waarvan de deeltjes tamelijk groot en onregelmatig gevormd zijn en door deze poeders te mengen met stoffen (bijv. stearinezuur), die tijdens het sinteren verdampen en holten achterlaten. Naast koper en tin bevatten de poreuse lagers vaak nog graphiet, dat vóór het persen in hoeveelheden van 1,5 tot 4,5% aan het poedermengsel wordt toegevoegd. Het impregneeren met olie komt tot stand in verwarmde oliebaden. Vooral wanneer lagers moeten worden aangebracht op ontoegankelijke plaatsen, of wanneer ze onder water moeten functionneeren, bieden deze sinterproducten groote voordeelen. Het olieverbruik is bovendien veel kleiner dan bij gewone lagers. Een geringe temperatuurverhooging of een op de lagers uitgeoefende druk doet olie naar buiten treden. Zelfsmerende lagers worden de laatste jaren in zeer groote hoeveelheden vervaardigd, voornamelijk voor de automobielindustrie.

De porositeit der sintermetalen maakt het ook mogelijk, nieuwe stoffen te vervaardigen, waarin de eigenschappen van verschillende metalen gecombineerd worden. Deze mogelijkheid wordt reeds practisch toegepast bij verschillende typen van electroden voor het puntlasschen, waar een groote vastheid bij hooge temperatuur en tegelijk een goed electrisch geleidingsvermogen vereischt zijn. Wolfraampoeder van een geschikte korrelgrootte wordt op een zoodanige wijze geperst en gesinterd, dat zeer poreuse, maar sterke staven worden verkregen. Deze worden in een waterstofatmosfeer of in een vacuum verwarmd en met gesmolten koper in aanraking gebracht, waarbij de poriën zich met dit metaal volzuigen. Het kopergehalte bedraagt na deze behandeling ongeveer 40%. De verkregen electroden bezitten door hun wolfraamgeraamte een groote vastheid bij hooge temperatuur en door hun kopergehalte een groot geleidingsvermogen voor de electrische stroom.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN INSTALLATIE VOOR EEN SLECHTHOORENDE

door K. de BOER en R. VERMEULEN. 534.773

Een installatie wordt beschreven, die in een bepaald geval voor een slechthoorende werd ontwikkeld, en die aan zeer hooge eischen voldoet, wat betreft de kwaliteit der weergave. Hierbij werd afstand gedaan van de eisch, dat het toestel draagbaar zou zijn. De frequentiekarakteristiek van het toestel is aangepast bij de individueele kromme van gehoorsvermindering van de gebruiker. Door gebruik te maken van twee, in een „kunsthoofd" geplaatste microfoons, die elk één telefoon voeden, is ook het richtingshooren mogelijk gemaakt, dat practisch van groote beteekenis is om gesprekken te kunnen volgen en geen last te ondervinden van storende geluiden.

Dat men tegen een slechthoorende harder praat, dat hij zijn oor dichter bij de geluidsbron brengt of met zijn hand achter de oorschelp een grootere hoeveelheid van de geluidsenergie tracht op te vangen, zijn zeer voor de hand liggende middelen om de verminderde oorgevoeligheid van een slechthoorende te compenseeren. Zij kunnen echter niet baten, wanneer de drempel der oorgevoeligheid van de slechthoorende al te hoog ligt, en hebben bovendien gewoonlijk het ongewenschte gevolg, dat de conversatie van de zijde van de normaalhoorende gesprekspartner een onnatuurlijk karakter gaat aannemen. Na de uitvinding van de telefoon bood de techniek een in deze opzichten meer bevredigende methode tot vergrooting van de intensiteit: een combinatie van een hoofdtelefoon en een koolmicrofoon, gevoed uit een in de zak te dragen droge batterij. Toch heeft ook dit hulpmiddel veelal teleurgesteld. De verhooging van het intensiteitsniveau wordt hierbij nl. verkregen ten koste van de kwaliteit van het gehoorde: teneinde de telefoon voldoende gevoelig te maken voor de zeer zwakke microfoonstroomen, moet gebruik gemaakt worden van resonanties van het trillende systeem, hetgeen beteekent, dat sommige frequenties bevoorrecht worden en een belangrijke vervorming van de door de microfoon opgenomen klanken ontstaat. In *fig. 1* is als voorbeeld de frequentiekarakteristiek van een dergelijke telefoon weergegeven, die in de genoemde combinatie kan worden gebruikt. Ook de koolmicrofoon zelf heeft een onregelmatige frequentiekarakteristiek, die de vervorming nog verergert. Tengevolge van de vervorming gaat de verstaanbaarheid sterk achteruit, een feit, dat strookt met de ervaring, dat het volgen van een telefoongesprek, vooral in een vreemde taal, meer inspanning kost dan een direct onderhoud. Bij deze geestelijke vermoeienis voor de slechthoorende komt nog, dat het oor door de intensiteitspieken bij de resonantiefrequenties van de karakteristiek overbelast dreigt te worden, hetgeen vooral bij zwakke ooren wel zeer pijnlijk en ongewenscht kan zijn.

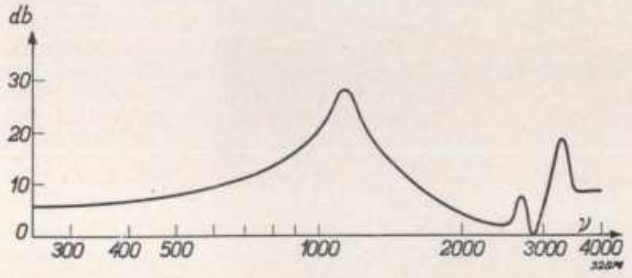


Fig. 1. Frequentiekarakteristiek van een hoofdtelefoon, die voldoende gevoelig is om rechtstreeks op een koolmicrofoon met zakbatterij te worden aangesloten. De hooge gevoeligheid is verkregen door resonantiepieken, dus ten koste van de kwaliteit der geluidsweergave. (De kromme is geteekend volgens een karakteristiek, gemeten door W. West en D. Mc Millan: J. Inst. electr. Eng. **75**, 328, 1934, fig. 8.)

Toepassing van een versterker

Deze moeilijkheden kunnen worden vermeden, wanneer men gebruik maakt van de zeer goede microfoons en telefoons, die tegenwoordig ter beschikking staan. De veel geringere gevoeligheid van deze, juist een gevolg van het gewenschte vlakke verloop der frequentiekarakteristiek, maakt echter het gebruik van een versterker noodzakelijk. Hiertoe zal men des te gereeder overgaan, daar het gebruik van versterkers nog andere verbeteringen in een gehoorapparaat mogelijk maakt. Deze verbeteringen willen we in hetgeen volgt bespreken aan de hand van een installatie, die in het Philips-laboratorium op voorstel van Dr. Köster, oorarts te 's Gravenhage, voor één zijner patienten werd vervaardigd. Hierbij was afstand gedaan van de wensch om een draagbaar toestel te verkrijgen, waardoor het mogelijk was, van normale versterkers uit te gaan.

Bij den slechthoorende is de oorgevoeligheid in vergelijking met een normaal oor verminderd. De vermindering is echter in het algemeen niet voor alle frequenties dezelfde. Het kan voorkomen, dat het gehoor bijv. alleen voor lage frequenties verzwakt is, of alleen voor hooge. In plaats van het normale frequentieverloop van de gehoordrempel,

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

dat in *fig. 2* is weergegeven, vindt men dan een andere kromme. Door de oorarts werd het verschil tusschen de drempelwaarden van de persoon in kwestie en van een normaalhoorende gemeten. Dit

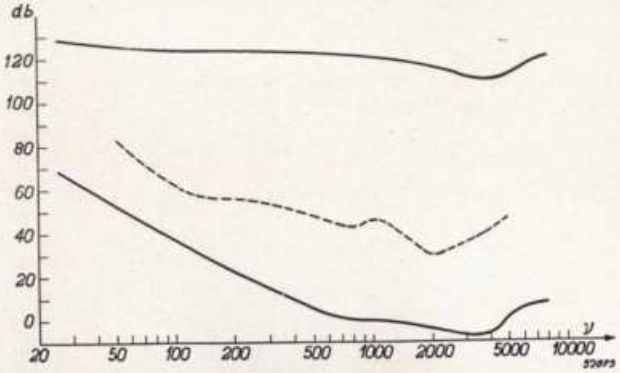


Fig. 2. Het gehoorgebied van de normale mensch (getrokken lijnen). De onderste lijn geeft, als functie van de frequentie ν in per/sec, de minimale intensiteit in db, die nog juist kan worden waargenomen (drempelwaarde; de drempel voor de frequentie 1000 per/sec is gelijk nul db gesteld). De bovenste lijn geeft de pijngrens. Bij een slechthoorende is de oorgevoeligheid voor sommige of alle frequenties verminderd, dwz. de drempel ligt hooger. In een individueel geval werd de gestippeld weergegeven drempelkromme gevonden.

verschil is boven de normale drempel in fig. 2 uitgezet, waardoor de gestippeld geteekende drempelkromme gevonden wordt. Wil men nu de gehoorindruk van den slechthoorende zooveel mogelijk aanpassen bij die van den normalen mensch, dan ligt het voor de hand de versterking voor de verschillende frequenties te doen beantwoorden aan de gemeten vermindering der gevoeligheid. Dit is betrekkelijk eenvoudig te verwezenlijken, daar men door geschikte schakelingen de frequentiekarakteristiek van de te gebruiken versterker elk gewenscht verloop kan geven. In *fig. 3* is de frequentiekarakteristiek van de versterker weergegeven.

Het dient hier te worden vermeld, dat de slechthoorenden zelf een dergelijke aanpassing van de versterker bij hun individueele gehoorsafwijking niet steeds als een vooruitgang aanvoelen. Soms wordt zij zelfs als bepaald onaangenaam bestempeld. Vermoedelijk is dit te wijten aan het feit, dat de slechthoorende, wanneer hij jarenlang zonder correctie heeft moeten hooren, aan een bepaalde vervorming van het geluid gewend is geraakt en derhalve het voor normale ooren natuurlijke timbre van een geluid juist „onnatuurlijk" vindt. De beslissing, of in een dergelijk geval een aanpassing toch gewenscht is om de slechthoorende weer aan normaal geluid te doen wennen, moet natuurlijk aan den behandelenden geneesheer overgelaten worden.

Overigens bestaan ook gevallen van doofheid, waarbij de gehoorsvermindering bij normale intensiteiten verschilt van die bij intensiteiten in de buurt van de drempelwaarde. Hier geldt in nog hoogere mate, dat het advies van de oorarts ingewonnen moet worden, alvorens tot het gebruik van een versterker kan worden overgegaan.

Wegens de geringe speling, die bij een slechthoorende tusschen de drempel der oorgevoeligheid en de pijngrens aanwezig is, is het zeer belangrijk, dat de aan de telefoon toegevoerde versterkerstroomen een bepaalde grens niet overschrijden. Te dien einde kan een automatische volumeregeling aangebracht worden, waardoor de aan het oor van den slechthoorende toegevoerde geluidssterkte tot bijv. 20 of 30 db boven de drempel begrensd wordt.

Behoud van het richtingshooren

Bij de bedoelde installatie is speciaal er voor gezorgd, dat de slechthoorende niet beroofd wordt van de mogelijkheid van het richtingshooren. Van de practische beteekenis dezer mogelijkheid, die berust op het gelijktijdig waarnemen met beide ooren, zijn velen zich zeker niet bewust. Men kan zich echter gemakkelijk van het belang van het richtingshooren overtuigen, indien men het tijdelijk uitschakelt door één der ooren goed af te sluiten. In een kamer zittende, waar verschillende gesprekken gelijktijdig gevoerd worden, blijkt het nu vrijwel ondoenlijk, één der gesprekken te volgen, terwijl dit onder normale omstandigheden slechts geringe inspanning vergt: door het richtingshooren kan men zijn aandacht in een bepaalde richting concentreeren en kunnen de prikkels uit andere richtingen psychisch op de achtergrond worden gedrongen. Ditzelfde verschijnsel speelt een groote rol, wanneer storende geluiden aanwezig zijn. Bij het „binaurale" hooren wordt hiervan alleen waargenomen, hetgeen uit de

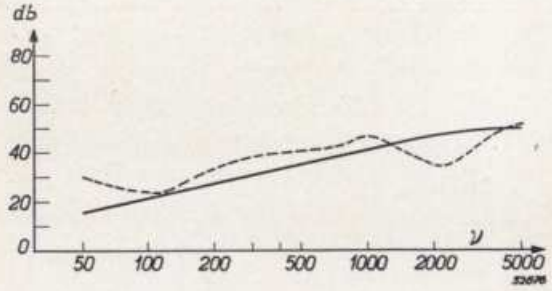


Fig. 3. Vermindering der oorgevoeligheid (gestippeld) van den slechthoorende, voor wien het beschreven toestel werd ontworpen. (De kromme geldt voor het rechter oor. Zij beantwoordt aan de gestippelde drempelkromme in fig. 2; hier is het gemeten verschil van de getrokken en de gestippelde drempelkromme uitgezet.) De getrokken kromme is de frequentiekarakteristiek van de gebruikte versterker. Zooals men ziet, wordt de gehoorsvermindering behoorlijk gecompenseerd.

richting komt, waarop de aandacht is geconcentreerd. Bij het „monaurale" hooren daarentegen werken storende geluiden uit alle richtingen tezamen. Dit is de reden, waarom gebruikers van apparaten voor slechthoorenden veelal klagen over het „lawaai": bij een combinatie van een bijv. op de borst gedragen microfoon en twee hierop aangesloten telefoons wordt immers het geluid door slechts één „oor" (de microfoonopening) ontvangen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Verder is dit ook een van de redenen, waarom er in omroepstudio's op de grootst mogelijke stilte gelet moet worden en de nagalm hier kleiner moet zijn dan normaal; want de luisteraar ontvangt de geluiden, die uit alle richtingen van de studio op de microfoon treffen, uit slechts één richting, nl. uit de opening van de luidspreker.

Het ligt voor de hand, op welke wijze men bij het luisteren met microfoons het richtingshooren kan behouden. Men moet twee microfoons gebruiken, waarvan ieder over een afzonderlijke (aan het desbetreffende oor aangepaste) versterker één telefoon voedt [1]). Om te zorgen, dat de, het richtingsgevoel veroorzakende, intensiteits- en tijdsverschillen tusschen de door beide microfoons opgevangen geluiden beantwoorden aan die bij het normale hooren met beide ooren, moeten de microfoons aangebracht worden op een „kunsthoofd", dat een soortgelijke vervorming van het geluidsveld veroorzaakt als het menschelijke hoofd. Als kunsthoofd is het voldoende een bol te nemen, die ongeveer dezelfde afmetingen heeft als het hoofd, zie *fig. 4*. De microfoons zijn in de bol aan de uiteinden van een horizontale diameter aangebracht.

Fig. 4. De als „kunsthoofd" gebruikte bol. De bol heeft een diameter van ongeveer 22 cm. Aan de uiteinden van een horizontale diameter zijn de beide microfoons aangebracht. (Bij de opname is de bol voor een spiegel geplaatst om beide microfoons tegelijk te kunnen laten zien.)

Niet alle verschijnselen van het richtingshooren zijn door de genoemde intensiteits- en tijdsverschillen te verklaren. Deze verschillen zijn bijv. dezelfde voor twee geluidsbronnen, waarvan de ééne rechts vóór, de andere rechts achter de luisteraar staat. Toch lukt het, ook met gesloten oogen, „voor" en „achter" te localiseeren. Het was niet ondenkbaar, dat hierbij de details van de vorm van het hoofd mede een rol zouden spelen. We hebben derhalve luisterproeven gedaan met een stel microfoons, waarbij het hoofd niet door een bol, maar door een meer gedetailleerd uitgewerkt kunsthoofd werd benaderd (*fig. 5*). Er was echter

Fig. 5. De pop, waarmede de invloed van de details van de vorm van het hoofd werd nagegaan. In haar ooren zijn de microfoons gemonteerd, welke de twee hoofdtelefoons van den slechthoorende voeden.

geenerlei verschil ten opzichte van de waarneming met de bol op te merken. Het onderscheid tusschen „voor" en „achter", wanneer visueele waarneming onmogelijk is, schijnt dan ook veeleer verkregen te worden door kleine bewegingen van het hoofd — een hulpmiddel, dat bij de hier beschreven opstelling voor binaurale waarneming uiteraard ontbreekt [2]). Om dit mogelijk te maken, zou men de microfoons rechtstreeks op de telefoons moeten aanbrengen, hetgeen voorloopig nog afstuit op het

[1]) Daar de gehoorsvermindering in het bedoelde geval voor het linker oor vrijwel hetzelfde verloop had als voor het rechter oor, is voor beide versterkers dezelfde, in fig. 3 weergegeven, frequentiekarakteristiek gekozen.

[2]) Interessant is de volgende proef. Wanneer het kunsthoofd zich in een andere kamer bevindt dan de persoon, die de telefoons gebruikt, localiseert deze een spreker wel in de juiste richting, dwz. onder die hoek, waarin de spreker staat ten opzichte van het kunsthoofd, echter steeds in de richting naar achteren. Blijkbaar wordt de gewaarwording hier beïnvloed door de overtuiging, dat een spreker, die zich vóór ons zou bevinden, ook zichtbaar zou moeten zijn.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

te groote gewicht der beschikbare microfoons. Het aanbrengen der microfoons op de telefoons zou overigens ook nog het voordeel bieden, dat de slechthoorende vrij zijn hoofd kan draaien, zonder dat een tegenspraak tusschen de acoustische en visueel waargenomen richtingen kan optreden. Om bij gebruik van een kunsthoofd de acoustische en visueele richtingen ongeveer te doen samenvallen moet het kunsthoofd niet te ver van het hoofd van den slechthoorende worden opgesteld (*fig. 6*).

Fig. 6. Overzicht van de installatie tijdens het gebruik. Op de tafel staat het kunsthoofd. Onder de tafel zijn beide versterkers opgesteld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ONTVANGANTENNES

door J. van SLOOTEN. 621.396.67

De verschillende factoren worden besproken, waarmee bij het ontwerp van een ontvangantenne rekening moet worden gehouden om een laag storingsniveau te verkrijgen. Vervolgens wordt aangetoond, hoe bij het ontwerp van de „Philistatic" antennesystemen deze inzichten zijn toegepast om zoowel op normale als op korte golven minder last van storingen bij de ontvangst te ondervinden.

Inleiding

Een ontvangantenne is een electrische geleider of een systeem van zulke geleiders, waarin door plaatselijk aanwezige electromagnetische velden, die van verschillende herkomst kunnen zijn, spanningen worden opgewekt. Het ontvangtoestel heeft de taak, van deze spanningen alleen die van het gewenschte zendstation verder te versterken en in geluid om te zetten. De mogelijkheid van de selectie berust op het feit, dat de zendstations onderling verschillende frequentiebanden gebruiken.

Worden in de antenne ongewenschte spanningen opgewekt (bijv. storingen, afkomstig van electrische apparaten), waarvan de frequenties binnen het frequentiegebied van de zender vallen, die men wil ontvangen, dan is met het beste ontvangtoestel — in het algemeen gesproken — geen ongestoorde ontvangst meer mogelijk.

Het vermijden van dergelijke ongewenschte spanningen moet dus beschouwd worden tot de taak der antenne te behooren. Daarnaast heeft de antenne natuurlijk de taak, de gewenschte signalen met voldoende sterkte op te vangen.

Toen in het begin van de radiotechniek de ontvangers veel minder gevoelig en de zenders veel zwakker waren dan thans, was de laatstgenoemde taak van de antenne de meest belangrijke. Thans is het echter zoo, dat de gevoeligheid van antenne en ontvangtoestel samen vrijwel steeds voldoende is om een ongestoorde zender met de gewenschte sterkte weer te geven. Het heeft nu dus zin, middelen toe te passen om de verhouding van signaal tot storing te vergrooten, ook al gaat dit ten koste van de signaalsterkte zelf [1]).

De mogelijkheid om door doelmatige constructie van de antenne een keuze te doen tusschen een gewenscht signaal en een storend signaal, die in eenzelfde frequentieband zijn gelegen, is te danken aan de volgende verschilpunten, die tusschen twee signalen kunnen bestaan:

[1]) Al te ver mag hiermede natuurlijk niet worden gegaan, omdat de bruikbare gevoeligheid van een ontvanger beperkt is door het geruisch, dat in de eerste versterkertrappen wordt opgewekt. Bij een antennesignaal sterker dan ongeveer 1 millivolt is in de regel de invloed van dit ruischen practisch niet te merken. Zie hiervoor Philips techn. T. 3, 193, 1938.

1) De voortplantingsrichting van de electromagnetische golf.

De meeste antennes ontvangen signalen, die uit verschillende richtingen komen, met verschillende sterkte. Zeer uitgesproken is dit effect bij de raamantenne, die dan inderdaad ook in bepaalde gevallen kan worden gebruikt om storingen te verzwakken.

2) Het electromagnetische karakter van de golf.

Men kan zeggen, dat in de nabijheid van een storingsbron het electrische veld wordt veroorzaakt door de spanningen en het magnetische veld door de stroomen, die in de storingsbron aanwezig zijn. Het hangt dus geheel van de aard van de storingsbron af, of het electrische veld dan wel het magnetische veld sterker is. Op een afstand, die groot is tenopzichte van de golflengte, heeft de geaardheid van de zender echter geen invloed meer op het electromagnetische veld; de electrische veldsterkte wordt dan nl. geïnduceerd door de verandering van de magnetische veldsterkte en omgekeerd. Dit verschijnsel wordt beschreven door de bekende vergelijkingen van Maxwell. Electrische en magnetische veldsterkte staan dan in een vast verband tot elkaar en zijn in bepaalde eenheden numeriek aan elkaar gelijk (het electrische veld in volt per meter is 30 000 maal zoo groot als het magnetische veld in oersted).

De intensiteitsverhouding tusschen de signalen van de storingsbron en de zender kan dus voor de electrische veldsterkte geheel anders zijn dan voor de magnetische veldsterkte. Meestal is in de omgeving van een storingsbron de electrische veldsterkte de grootste; gebruikt men dan bijv. een raamantenne, die in hoofdzaak voor magnetische velden gevoelig is, dan zal de intensiteitsverhouding van storing tot signaal kleiner zijn dan bij gebruik van een normale T-antenne.

3) De intensiteitsverdeeling van het zenderveld en het stoorveld in de ruimte.

Het zenderveld, dat op groote afstand van de ontvanger wordt opgewekt, zal gewoonlijk buitens-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

huis sterker zijn dan binnenshuis. De stoorsignalen, welke meestal aanwezig zijn op de electrische geleidingen van het lichtnet, zullen daarentegen binnenshuis sterker zijn dan buitenshuis. Door de antenne dusdanig te construeeren, dat een bepaald gedeelte daarvan, in ons geval het gedeelte binnen het huis, ongevoelig is, kan men dan de sterkteverhouding van het storende tot het gewenschte signaal reduceeren. Op dit effect berust de werking van de antenne met afgeschermde toevoerleiding, die kortheidshalve gewoonlijk „afgeschermde antenne" wordt genoemd, en die wij in hetgeen volgt nader willen behandelen.

De afgeschermde antenne

We zullen in dit hoofdstuk nagaan, hoe een nabije storingsbron door een antenne met en zonder afgeschermde toevoerdraad wordt ontvangen.

In *fig. 1a* is geteekend een antenne, bestaande uit een verticale draad en een horizontale dwarsdraad. De storingsbron is geteekend als een bol S, waarop een stoorspanning staat. Van deze bol S worden de storingen langs capacitieve weg op de antenne overgebracht. In de figuur is de verdeelde capaciteit tusschen de storingsbron en de antenne voorgesteld door de vier capaciteiten C_1 - C_4. De capaciteiten C_3 en C_4 naar het dichtbij gelegen verticale stuk zullen daarvan het grootst zijn.

Brengen we nu om het verticale stuk een geaarde afscherming aan, zooals is aangegeven in fig. 1*b*, dan zullen de capaciteiten C_3 en C_4 onwerkzaam worden, daar de weg van de krachtlijnen tusschen de afgeschermde draad en de storingsbron door de geaarde mantel wordt onderschept. Dientengevolge zal het grootste gedeelte van de storing verdwijnen.

Laten we thans nagaan, wat de invloed van de afscherming is op de signaalspanning, die in de antenne wordt opgewekt door een veraf gelegen zender. We gaan daarbij eenvoudigheidshalve eenigszins globaal te werk.

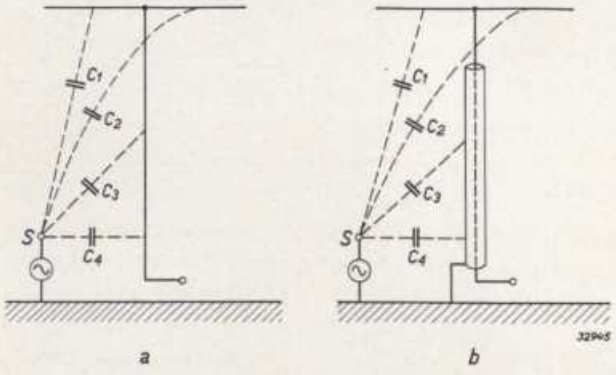


Fig. 1. De spanning van een storingsbron S wordt gedeeltelijk overgebracht naar de antenne door de verdeelde capaciteit, welke voorgesteld is door de condensatoren C_1 tot C_4. In het geval *a* van de niet afgeschermde antenne zijn de capaciteiten C_3 en C_4 naar de toevoerdraad de meest belangrijke. Bij de afgeschermde antenne *b* werken deze capaciteiten niet meer mee waardoor de storing belangrijk kan worden verkleind.

De electrische componente F van het veld (*fig. 2a*) is verticaal gericht en wekt in de antenne een spanning op, die gelijk is aan deze veldsterkte, vermenigvuldigd met de hoogte van de antenne. De opgewekte spanning is dus gelijk aan de electrische potentiaal ter hoogte van het horizontale gedeelte.

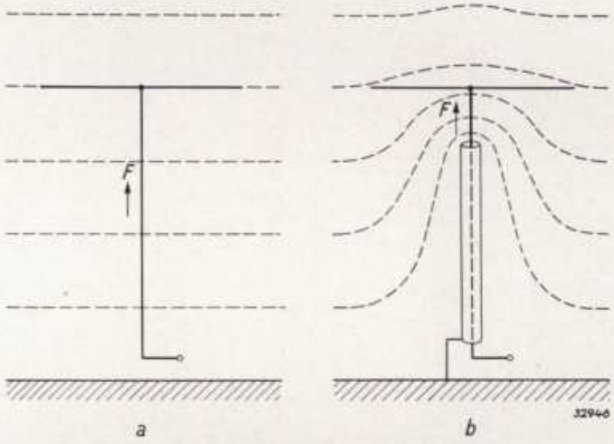


Fig. 2. Aequipotentiaalvlakken van een zenderveld: *a* bij een niet-afgeschermde antenne, *b* bij een afgeschermde antenne. Hoewel de aequipotentiaalvlakken door de afscherming plaatselijk zeer sterk worden vervormd, heeft de potentiaal ter plaatse van de horizontale antennedraad practisch haar oorspronkelijke waarde behouden, hetgeen beteekent, dat het signaal slechts weinig wordt verzwakt. De werking van de antennedraad zelf op het verloop van de aequipotentiaalvlakken is in de teekening verwaarloosd.

Wanneer we nu een afscherming aanbrengen (fig. 2*b*), dan wordt het veld plaatselijk vervormd. De aardpotentiaal wordt omhoog gebracht en het potentiaalverval of de veldsterkte wordt ter plaatse van de bovenrand van de afscherming sterk vergroot. Gaat men nog hooger, dan ziet men, dat de storing van het potentiaalveld spoedig afneemt, zoodat ter plaatse van het horizontale gedeelte van de antenne de potentiaal weer ongeveer dezelfde is als bij afwezigheid van de geaarde afscherming (zie fig. 2*b*). Indien het vrije gedeelte van de antenne niet al te klein is ten opzichte van het afgeschermde gedeelte, kunnen we dus zeggen, dat de geïnduceerde spanning door het afschermen slechts weinig afneemt.

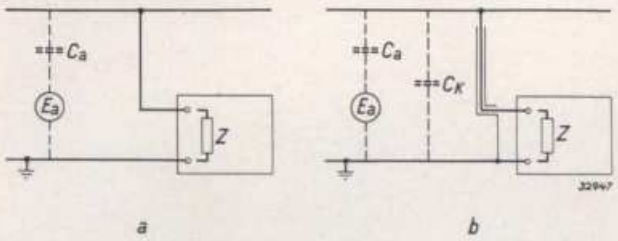
Resumeerende komen we dus tot het resultaat, dat door het afschermen de spanningen, afkomstig van dichtbij gelegen storingsbronnen, aanzienlijk worden verzwakt, terwijl de spanningen van veraf gelegen omroepzenders slechts een geringe verzwakking ondergaan.

Tot nu toe hebben we alleen de spanning beschouwd, die in de antenne wordt geïnduceerd. Wanneer we thans vragen, welk gedeelte van deze

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

spanning op de ingangsklemmen van het ontvangtoestel komt te staan, dan blijkt door de afscherming een bijkomstige verzwakking op te treden.



a b

Fig. 3. Vervangingsschema: *a* van een niet afgeschermde antenne, *b* van een afgeschermde antenne. E_a antennespanning, C_a antenne-capaciteit, z ingangsimpedantie van het ontvangtoestel, C_k capaciteit van de antenne-toevoerleiding tenopzichte van de geaarde mantel van de afscherming.

Om dit nader toe te lichten, is in *fig. 3* een vervangingsschema aangegeven voor een antenne met een daarop aangesloten ontvangtoestel, dat een ingangsimpedantie z heeft. Is E_a de in de antenne opgewekte spanning, dan zal door het ontvangtoestel een stroom gaan loopen, die in het geval van een niet afgeschermde antenne (fig. 3*a*) is gegeven door:

$$I = \frac{E_a}{z + 1/j\omega C_a} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

Hierbij is ondersteld, dat de capaciteit C_a is geconcentreerd in het horizontale stuk van de antenne. Is dat niet het geval, dan zou men verg. (1) moeten vervangen door een gecompliceerdere uitdrukking, doch dat is voor ons betoog overbodig. De spanning op de impedantie z is gelijk aan de stroom I, vermenigvuldigd met z, en is dus gegeven door:

$$E = \frac{E_a\, z}{z + 1/j\omega C_a} = \frac{E_a}{1 + 1/j\omega z C_a} \quad \cdots \quad (2)$$

We zien, dat, wanneer de impedantie z groot is ten opzichte van die van de antenne-capaciteit, de spanning op de impedantie z vrijwel gelijk blijft aan E_a.

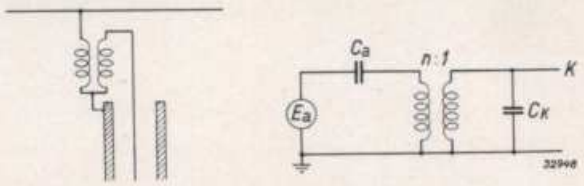
Vervangen we nu de verticale draad door een concentrische kabel met geaarde mantel, dan wordt de inwendige capaciteit van deze kabel parallel geschakeld aan de impedantie z (zie fig. 3*b*). Stellen we z weer groot ten opzichte van de impedantie van de antennecapaciteit en noemen we de inwendige kabelcapaciteit C_k, dan wordt de spanning op de ingangsklemmen van het ontvangtoestel:

$$E_k = \frac{E_a\, C_a}{C_k + C_a} \quad \cdots\cdots\cdots \quad (3)$$

Wanneer C_k grooter is dan C_a, en dat is meestal het geval, dan treedt door dit effect een belangrijke verzwakking van het antennesignaal op. De overgebleven storingen worden hierbij ongeveer in dezelfde mate verzwakt als het nuttige signaal, zoodat de verhouding van signaal tot storing door de aanwezigheid van C_k niet gewijzigd wordt.

Om deze ongewenschte verzwakking klein te houden is het noodzakelijk, C_k klein en dus de invoerkabel zoo kort mogelijk te maken en hiervoor kabel te gebruiken met een zoo laag mogelijke inwendige capaciteit per eenheid van lengte, dwz. met een zeer dunne ader. De hierdoor bereikbare vermindering van de kabelcapaciteit is echter beperkt, omdat men de draad in verband met de mechanische sterkte niet dunner kan nemen dan ongeveer 0,25 mm. Gebruikt men om redenen van practische of aesthetische aard een kleine antenne, dan zal, ondanks het gebruik van capaciteitsarme kabel, het signaal in ontoelaatbare mate kunnen worden verzwakt.

In dergelijke gevallen kan een belangrijke verbetering worden verkregen door tusschen het vrije deel van de antenne en de invoerkabel een transformator te plaatsen. De primaire wikkeling van deze transformator is geschakeld tusschen de antenne en de geaarde kabelmantel; de secundaire wikkeling ligt tusschen de kabelmantel en de toevoerdraad. Door deze transformator wordt de



a b

Fig. 4. *a* Schakeling, *b* vervangingsschema van een antenne, waarbij tusschen het vrije uiteinde en de afgeschermde toevoerdraad een transformator is geschakeld. Door de antennespanning naar beneden te transformeeren, kan de schadelijke werking van de capaciteit tusschen toevoerdraad en afscherming worden verkleind.

antenne als het ware „aangepast" aan de belasting door de schadelijke kabelcapaciteit. Het principeschema van de transformator is in *fig. 4* weergegeven; *a* stelt de schakeling voor, *b* het vervangingsschema.

Indien de transformator de spanning, die door de antenne aan de ader van de kabel wordt toegevoerd, in de verhouding $n : 1$ verlaagt, dan vinden we voor de spanning op de klem K:

$$E_k = \frac{1}{n} E_a \frac{C_a}{C_a + \dfrac{C_k}{n^2}} \quad \cdots\cdots \quad (4)$$

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Deze uitdrukking bereikt een maximum, wanneer we voor de transformatieverhouding kiezen:

$$n = \sqrt{\frac{C_k}{C_a}}$$

en in dat geval wordt:

$$E_k = \frac{E_a}{2}\sqrt{\frac{C_a}{C_k}} \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Vergelijkt men de verg. (3) en (5), dan blijkt, dat het aanbrengen van de transformator in het geval, dat $C_k \gg C_a$, een belangrijke winst kan opleveren.

Bij de voorafgaande beschouwingen werd een ideale transformator, dwz. een transformator zonder spreiding en met zeer groote waarden van primaire en secundaire zelfinductie ondersteld. In de practijk krijgen we nog te maken met de spreiding en de practische waarden van deze zelfinducties, welke resonantiekringen vormen met de capaciteiten C_a en C_k. Door de transformator geschikt te dimensioneeren, kan men in het voor de practijk belangrijke golflengtegebied met behulp van deze resonantie een nog gunstiger resultaat verkrijgen dan door verg. (5) wordt aangegeven.

De „Philistatic" antennesystemen

De „Philistatic" antennesystemen 7323 en 7314 zijn geheel volgens de voorafgaande beschouwing ontwikkeld en we kunnen dus volstaan met een korte bespreking.

Bij het systeem 7323 bestaat de eigenlijke antenne uit twee in V-vorm uitgespannen rechte draden, die parallel geschakeld zijn. Hierdoor wordt een groote capaciteit verkregen met kleine afmetingen van de antenne. De draden zijn bevestigd aan een open te schroeven isolator, waarin de tusschentransformator is gemonteerd en waaraan ook het begin van de invoerkabel met kleine capaciteit wordt bevestigd. De kabel kan hoogstens circa 60 m lang worden genomen en er kunnen maximaal zes ontvangapparaten op worden aangesloten.

Bij het syteem 7314, waarvan de werking geheel overeenkomstig is, bestaat de eigenlijke antenne uit een verticale staaf van $3^1/_2$ m lengte. Deze staaf is via een isoleerend tusschenstuk, waarin de aanpassingstransformator is opgenomen, bevestigd op een steunstaaf, die bijv. aan een schoorsteen wordt vastgemaakt. In *fig. 5* is een dergelijk systeem in gemonteerde toestand te zien. Beide genoemde systemen zijn geschikt voor ontvangst van alle golflengten tusschen 10 m en 2000 m, hoewel bij het ontwerpen in de eerste plaats rekening is gehouden met een zoo goed mogelijke ontvangst van midden- en lange golven (200-2000 m).

Daarnaast bestaan nog twee „Philistatic" antennesystemen, waarbij juist in de eerste plaats is gelet op een goede ontvangst van korte golven (15-50 m).

De werking van deze systemen (typen 7320 en 7313) verschilt sterk van die van de voorafgaande.

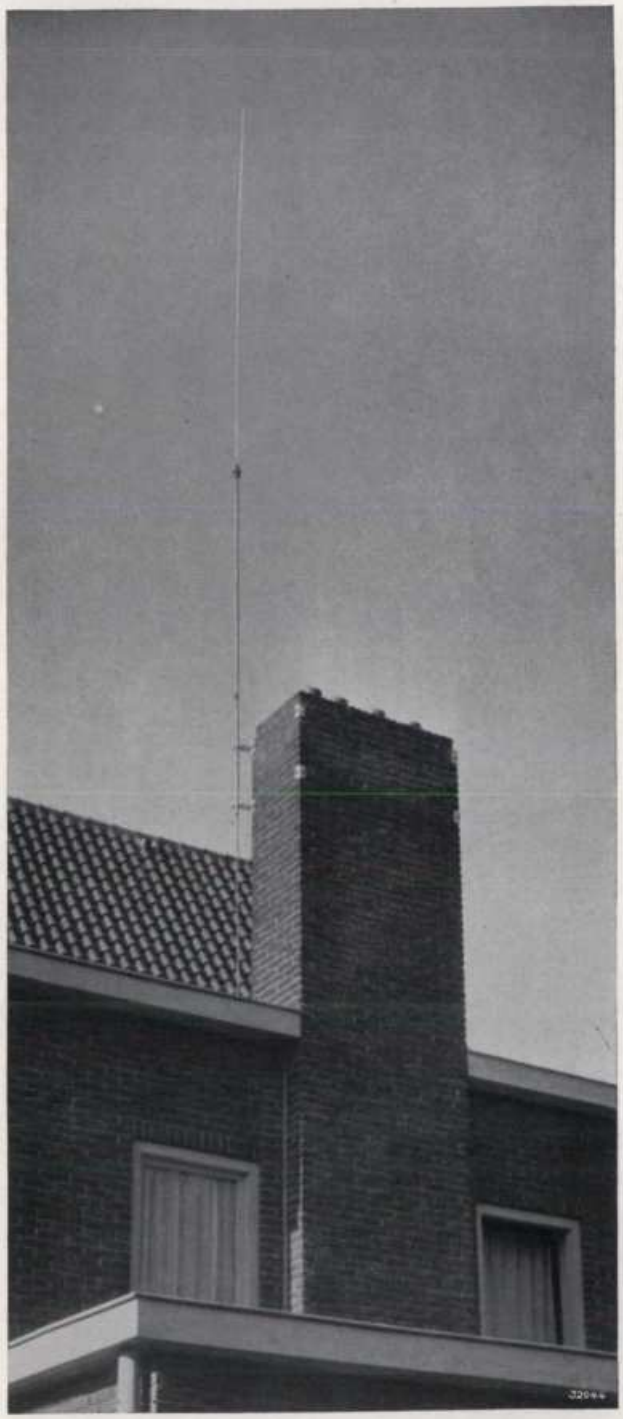


Fig. 5. Een „Philistatic" antenne type 7314, gemonteerd aan een schoorsteen. Van boven naar beneden ziet men achtereenvolgens: de antennestaaf; de transformator; een holle buis, waarop de transformator is gemonteerd en die zelf met twee steunisolatoren aan de schoorsteen is vast gemaakt; de afgeschermde kabel, die door de holle buis verticaal naar beneden is gevoerd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

In *fig. 6* is de constructie schetsmatig aangegeven. De antenne bestaat uit twee horizontale stukken van 7 m lengte, een zg. dipool dus. Door een „transmissielijn", bestaande uit de draden *a* en *b*, wordt deze dipool verbonden met het ontvangapparaat.

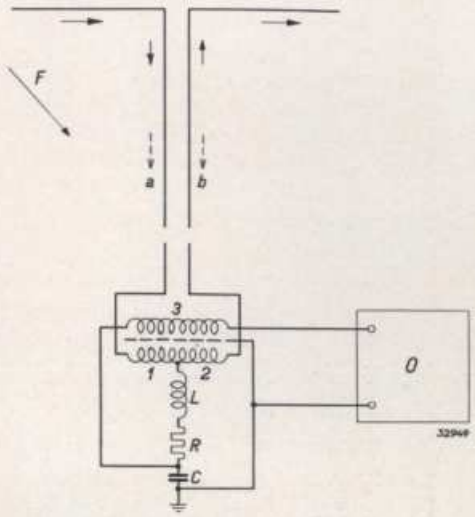


Fig. 6. Een „Philistatic" antennesysteem, dat speciaal geschikt is voor korte golven. Bij korte golven werkt de antenne als dipool en veroorzaakt het signaal spanningsverschillen tusschen de draden *a* en *b*. Een storing wekt, geen spanning op tusschen de draden onderling, maar tusschen de draden samen en aarde; het hierdoor veroorzaakte ingangssignaal wordt echter sterk verzwakt door de smoorspoel *L* en de capaciteit *C*. Bij lange golven is deze *L-C*-keten in mindere mate werkzaam en het geheel werkt dan als een gewone T-antenne.

Het blijkt nu, dat de transmissielijn, dank zij de symmetrie van de opstelling, ongevoelig is voor storingen, zoodat ze niet afgeschermd behoeft te worden. Aangezien nl. de twee draden van de transmissielijn vlak bij elkaar loopen, zal de capaciteit tusschen een eventueele storingsbron en beide geleiders dezelfde zijn. Dientengevolge zullen in beide geleiders stroomen ontstaan, in de richting van de gestippelde pijlen, die in grootte en fase gelijk zijn en via de spoelen *1* resp. *2* en eenige schakelelementen *L*, *R* en *C*, die we in gedachten door een kortsluiting willen vervangen, naar aarde vloeien. Het ontvangtoestel is aangesloten op de secundaire spoel *3* van de transformator. In deze spoel worden door de spoelen *1* en *2* tegengestelde spanningen geïnduceerd, die elkaar in het beschouwde geval juist opheffen, zoodat geen stoorsignaal optreedt.

Wanneer het electrische veld van de te ontvangen zender precies loodrecht op de armen van de dipool stond, dan zou het evenals de storing geen werking uitoefenen op het ontvangtoestel. In het algemeen heeft echter de veldsterkte (*F* in fig. 6) een component in de richting van de dipool, en deze component zal in het weergegeven geval in de armen van de dipool een stroom doen ontstaan in de richting van de getrokken pijlen. Deze stroom loopt door de twee draden van de transmissielijn in tegengestelde richting. Zij loopt o.a. door de primaire wikkeling van de transformator (spoelen *1* en *2*) en induceert daardoor in de secundaire wikkeling (*3*) een ontvangsignaal.

Deze inrichting is voor korte golven heel geschikt, maar werkt bij golflengten boven 200 m minder gunstig dan een normale T-antenne. Derhalve werd de schakeling van de „Philistatic" dipool-antennes dusdanig gekozen, dat deze bij lange golven automatisch als T-antennes werken. Dit is bereikt door de middenaftakking van de transformator niet direct te aarden, maar via de condensator *C*. De spanning op de condensator *C* neemt toe bij toenemende golflengte en dient bij lange golven als ontvangsignaal.

De beschreven verandering heeft tot gevolg, dat de antenne nu ook bij korte golven niet meer storingsvrij is. De stoorstroomen zullen aan de condensator een — zij het dan ook kleine — spanning opwekken, die, evenals het ontvangsignaal bij lange golven, naar het ontvangtoestel wordt geleid. Om deze stoorstroom te onderdrukken, is in de middentak een smoorspoel (zelfinductie *L*, weerstand *R*) opgenomen. Om te vermijden, dat de storingen over de capaciteit tusschen de primaire en de secundaire wikkeling van de transformator de ontvanger kunnen bereiken, zijn deze wikkelingen electrostatisch van elkaar afgeschermd. Op deze wijze is — althans voor korte golven — een zeer goede ontstoring verkregen.

Wil men nu ook op omroepgolven een ontstoring verkrijgen, dan moet de transmissielijn worden afgeschermd. Dit is gedaan bij het systeem 7313. Bij het systeem 7320 is deze afscherming niet aanwezig, en bestaat dus alleen voor de korte golven een ontstoring.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN APPARAAT VOOR KUNSTMATIGE ADEMHALING („IJZEREN LONG")

door J. B. ANINGA en G. C. E. BURGER. 614.888.5

Bij een stoornis van de functie der ademhalingsspieren, bijv. in gevallen van schijndood of van verlamming, moet kunstmatige ademhaling worden toegepast. Deze wordt ook bij langdurende stoornissen mogelijk gemaakt door een toestel, dat een periodieke uitzetting der longen teweegbrengt („ijzeren long"). Volgens het principe van Drinker wordt hiertoe het lichaam van den patiënt in een afgesloten ruimte gebracht, waarin drukwisselingen worden opgewekt, terwijl het hoofd van den patiënt buiten de afgesloten ruimte uitsteekt. In het bij Philips volgens dit principe ontwikkelde toestel is de afgesloten ruimte zoo groot gemaakt, dat dokter of verpleegster hierin naast den patiënt plaats kunnen vinden voor het uitvoeren der bij de behandeling noodige manipulaties. De wijze, waarop de drukwisselingen in de vrij groote cabine (inhoud 1,5 m³) worden tot stand gebracht, wordt hier beschreven. Het mechanisme der aandrijving is zoodanig gebalanceerd, dat het toestel bij een eventueele storing van het electrisch net, waaruit de motor wordt gevoed, zonder inspanning urenlang met de hand bediend kan worden.

Het is reeds een oud probleem om in gevallen, waarin de normale ademhalingsbewegingen van den mensch tot stilstand zijn gekomen, door kunstmatige ademhaling de levensgeesten weer op te wekken. Een dergelijke „schijndood", waarbij kunstmatige ademhaling is geïndiceerd, treedt vooral op bij drenkelingen, bij slachtoffers van electriciteitsongevallen of van vergiftigingen met koolmonoxyde, enz. De methoden van kunstmatige ademhaling, die men dan gewoonlijk toepast, berusten bijv. hierop, dat men een verwijding van de borstholte (inademing) tot stand tracht te brengen door bewegingen met de armen van den patiënt, die door middel van de aan de borst gehechte bovenarmspieren een trekkracht op de borstwand kunnen uitoefenen; of wel men tracht door directe druk op de borstwand lucht uit de longen te drukken en door de elasticiteit van de borstwand weer lucht te laten inzuigen. Al deze methoden zijn eenigszins primitief, ze vereischen een groote inspanning van den hulpverleener en zijn practisch slechts geschikt om gedurende enkele uren te worden toegepast. In vele van de bovengenoemde gevallen is dat geen bezwaar, aangezien het daarbij gaat om het verhelpen van een kortdurende stoornis. Er zijn echter ook gevallen, waarbij een kunstmatige ademhaling geïndiceerd is en waarbij de stoornis weken en maanden lang kan duren. Het bekendste voorbeeld hiervan is de verlamming van de ademhalingsspieren, die als een gevolg van de epidemische kinderverlamming kan optreden. Met het oog op dergelijke gevallen heeft men reeds vroeg getracht een automatisch werkend toestel te construeeren, dat gedurende willekeurig lange tijd de functie van de ademhalingsspieren kan overnemen. Met behulp van een dergelijk toestel is in de genoemde gevallen van kinderverlamming niet slechts een in-leven-houden, doch vaak ook een genezing der patiënten mogelijk. Het is nl. vaak zóó, dat de aanvankelijk optredende stoornis een groote uitbreiding heeft en bijv. de spieren van arm, been en ademhaling verlamt, terwijl na verloop van weken herstel van functie optreedt door genezing van het ontstekingsproces in het centrale zenuwstelsel, dat de verlamming veroorzaakt.

Mechanisatie der kunstmatige ademhaling

Van de verschillende methoden voor een mechanisatie van de kunstmatige ademhaling is het meest doelmatig gebleken de methode van Drinker[1]). Hierbij wordt het lichaam van den patiënt in een luchtdicht afgesloten ruimte gebracht, terwijl het hoofd buiten die ruimte blijft. In deze ruimte wordt nu een periodieke wisseling van de luchtdruk tot stand gebracht. Daar de longen via de mond in verbinding blijven met de lucht van normale druk buiten de afgesloten ruimte, vindt bij een verlaging van de druk op de borstkas en de buikwand een inademingsbeweging plaats, terwijl bij het herkrijgen van de normale druk, resp. het opwekken van een overdruk op de borstkas, een uitademingsbeweging wordt gemaakt.

De afgesloten ruimte, waarin het lichaam van den patiënt wordt gebracht, behoeft in principe slechts zoo groot te zijn, dat de patiënt er juist in kan. Men zal in eerste instantie ook geneigd zijn om de ruimte niet grooter te maken, aangezien de vereischte drukwisseling in een kleine ruimte gemakkelijker is op te wekken dan in een groote. Sluit men echter het lichaam van den patiënt in een nauwe kist in (zooals bij de eerste toestellen volgens het principe van Drinker gedaan werd), dan heeft dit zeer ongewenschte consequenties voor de verpleging van den patiënt. Immers, diens behandeling vereischt

[1]) Bij de keuze der toe te passen methode werden wij geadviseerd door Prof. Dr. A. K. M. Noyons te Utrecht.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

nog andere dingen dan alleen de kunstmatige ademhaling. Voor allerlei dagelijksche gebeurlijkheden en met name voor huidverzorging, massage en oefening van verlamde ledematen, moet de patiënt hier zoo groot gemaakt (zie *fig. 1*), dat de dokter of de verpleegster in deze ruimte naast den patiënt kan plaatsnemen. De kunstmatige ademhaling wordt nu, wanneer een of andere verzorging noodig

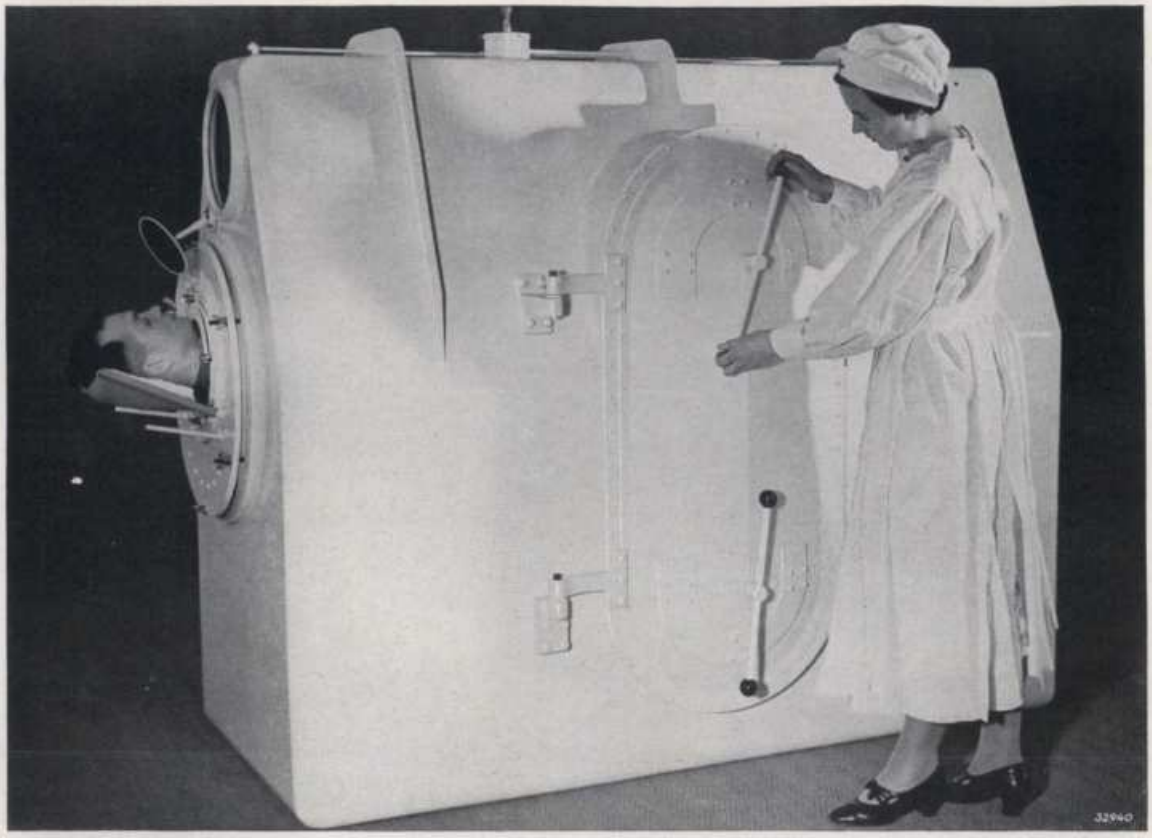


Fig. 1. De „ijzeren long" in bedrijf.

uit het toestel gehaald worden. Hierbij staat de kunstmatige ademhaling stil en zou de patiënt dus beginnen te stikken. Men heeft getracht, voor deze moeilijkheid een oplossing te vinden door de patiënten tevoren wat zuurstof te laten inademen, waardoor hun longen nog wat reserve meekrijgen. Ondanks deze voorzorgen blijft het noodzakelijk, dat de functie van de „ijzeren long" zoo vlug mogelijk hersteld wordt. Het is duidelijk, dat deze omstandigheid voor den patiënt zeer onaangenaam en zelfs beangstigend is en aan het verplegend personeel hooge eischen stelt. Zelfs mag ernstig betwijfeld worden of op deze wijze aan de verpleging voldoende zorg kan worden besteed, temeer, waar het in vele gevallen van kinderverlamming juist op een zorgvuldige verpleging aankomt om den patiënt te kunnen redden.

Deze gezichtspunten waren het, die bij de constructie van het Philips-toestel voor kunstmatige ademhaling hebben doen besluiten, van de gebruikelijke bouwwijze af te wijken. De ruimte, waarin het lichaam van de patiënt wordt gebracht, is is, slechts enkele seconden onderbroken, nl. zoolang als de deur van de cabine geopend moet zijn voor het binnengaan van de verpleegster.

Aandrijving van de „ijzeren long"

Het belangrijkste probleem bij de constructie van de „ijzeren long" was het opwekken van de vereischte drukwisselingen in de cabine. Deze worden tot stand gebracht door het volume van een met de cabine verbonden ruimte (een „blaasbalg")

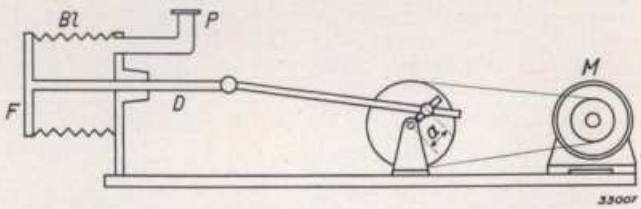


Fig. 2. Principeschets van het mechanisme voor het opwekken der drukwisselingen in de „ijzeren long". De „blaasbalg" *Bl* staat via de buis *P* in verbinding met de cabine. De achterflens *F* van de blaasbalg wordt heen en weer bewogen door de drijfstang *D*, die via een kruk wordt aangedreven door de motor *M*. De krukarm *a* is verstelbaar, waardoor de slag van de balg kan worden geregeld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

periodiek te vergrooten en te verkleinen. In *fig. 2* is dit in principe voorgesteld, terwijl *fig. 3* een foto van het aandrijvingsmechanisme weergeeft. Teneinde de grootte der drukverschillen alsmede het rhythme, waarin zij optreden, aan de leeftijd en de toestand van de patiënt te kunnen aanpassen, kan de lengte van de krukarm a (dus de slag van de blaasbalg) veranderd worden en wordt de kruk aangedreven via een vijfdeelige trappenschijf, die het instellen van verschillende ademfrequenties veroorlooft.

product van druk en volume constant. Is v_1 het volume van de cabine en Δv de volumevergrooting door uitzetten van de blaasbalg, dan geldt dus

$$p_1 v_1 = (p_1 - \Delta p)(v_1 + \Delta v)$$

en met voldoende benadering:

$$\Delta v = \frac{v_1}{p_1} \Delta p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

In ons geval is $v_1 = 1{,}5$ m³ en $p_1 =$ ongeveer

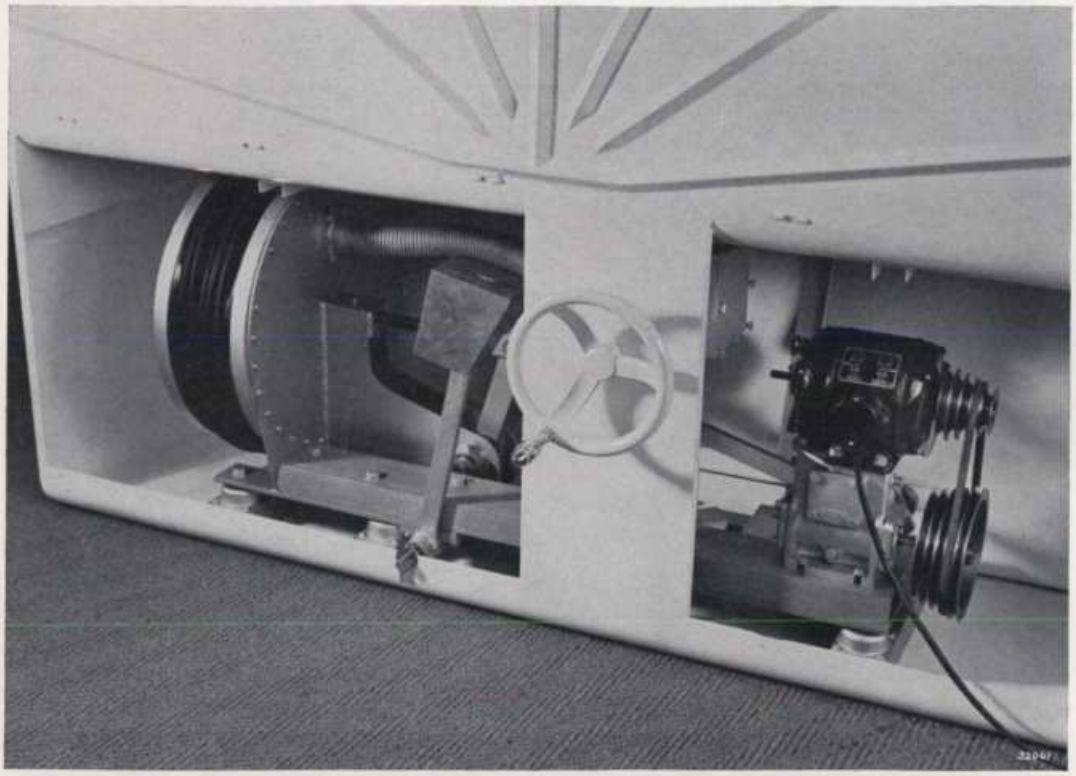


Fig. 3. Het mechanisme van de „ijzeren long". Links de chroomleeren blaasbalg, waarvan de uitzetting een drukverlaging in de cabine veroorzaakt. Rechts de motor, die via een vijfdeelige trapschijf, een wormaandrijving en een kruk de drijfstang van de blaasbalg beweegt. Met behulp van de trapschijf kan de ademfrequentie worden ingesteld.

De vereischte afmetingen van de blaasbalg worden als volgt berekend. Het verschil Δp tusschen de hoogste druk p_1 en de laagste druk p_2 in de cabine moet in het uiterste geval 0,03 at kunnen bedragen. Wanneer we onderstellen, dat de drukwisselingen in de cabine isotherm verloopen [2]), is het 1 at, zoodat men voor $\Delta p_{max} = 0{,}03$ at vindt

$$\Delta v_{max} = 45 \text{ liter.}$$

Deze hoeveelheid lucht moet per ademhaling in en uit de cabine verplaatst worden. De doorsnede q van de blaasbalg bedraagt rond 1600 cm²; de beweeglijke flens van de balg moet dus over een lengte $s = \Delta v/q =$ rond 28 cm heen en weer bewogen kunnen worden.

Bij het uitzetten van de blaasbalg moet een aanzienlijke arbeid ter overwinning van de uitwendige luchtdruk verricht worden: in de uiterste stand van

[2]) In werkelijkheid zal zich bij de ademfrequenties (ongeveer 15 à 30 per minuut) niet voortdurend een temperatuurevenwicht tusschen de ruimten binnen en buiten de cabine kunnen instellen. Bij volledige warmte-isolatie zouden de drukwisselingen adiabatisch verloopen, dus zou niet pv, doch $pv^{\varkappa} =$ const. zijn, met $\varkappa = 1{,}4$. Practisch zal een polytrope, met $1 < \varkappa < 1{,}4$, de waarheid het best benaderen. Men krijgt dan in ieder geval een bepaalde drukverandering reeds met een kleinere volumeverandering dan in het geval van een isotherm verloop. De capaciteit van de blaasbalg, die we in het volgende berekenen, is dus grooter dan theoretisch noodig zal zijn. De reserve, die men op deze wijze heeft, is practisch nuttig, daar door lekken in de cabine, die nog besproken zullen worden, de drukvariaties verminderd worden.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

de balg, wanneer in de cabine een onderdruk van 0,03 at heerscht, drukt de lucht met een kracht van $1600 \cdot 0{,}03 \cdot 1{,}033 = 50$ kg tegen de beweeglijke flens. De bij het uitzetten van de blaasbalg toegevoerde energie kan men echter weer terugwinnen, wanneer men de uitwendige luchtdruk daarna bij het ineenzakken van de balg arbeid laat verrichten, bijv. door een gewicht omhoog te trekken, dat bij het uitzetten van de balg weer arbeid teruglevert. Zoodoende kan met een electromotor van gering vermogen (in ons geval $^1/_4$ PK) voor de aandrijving worden volstaan. Nog belangrijker is echter, dat het door een dergelijke balanceering ook mogelijk wordt, de blaasbalg zonder noemenswaardige inspanning met de hand aan te drijven. Dit is een essentieele eisch, aangezien bij een eventueele storing in het electriciteitsnet, waaruit de aandrijvende motor wordt gevoed, vanzelfsprekend de kunstmatige ademhaling van de patiënt niet stil mag blijven staan en de „ijzeren long" dus eventueel gedurende verscheidene uren door een verpleegster in werking gehouden moet kunnen worden.

De wijze van balanceeren van de uitwendige luchtdruk verdient nog nader te worden besproken. Ter vergelijking zij eerst herinnerd aan de wijze, waarop bijv. een lift wordt gebalanceerd: de lift wordt gekoppeld met een even groot tegenwicht, dat in gelijke mate naar beneden beweegt als de lift omhoog getrokken wordt. In het ideale geval zijn de koppels, die op de as van de kabeltrommel werken, op ieder oogenblik in evenwicht, zoodat de aandrijving slechts in de wrijvings- en massakrachten behoeft te voorzien. Ook bij de aandrijving van de „ijzeren long" zal men trachten er voor te zorgen, dat bij elke stand van de blaasblag de luchtdruk juist in evenwicht wordt gehouden. In dit geval is echter, in tegenstelling met het voorbeeld van de lift, de te balanceeren kracht tijdens de beweging van de blaasbalg niet constant. Immers, met behulp van verg. (1) vindt men voor de kracht $q \cdot \Delta p$ op de beweeglijke flens van de blaasbalg

$$q \cdot \Delta p = q \cdot \frac{p_1}{v_1} \Delta v = \frac{q^2 p_1}{v_1} \cdot x, \quad . \quad . \quad (2)$$

wanneer x de verschuiving van de flens beteekent. Voor het balanceeren van deze kracht dient het in *fig. 4* weergegeven mechanisme. De drijfstang D van de blaasbalg is via een glijblok B en een koppelstang K gekoppeld met de as A. Door een tandwieloverbrenging in de verhouding n : 1 is hiermede gekoppeld de as C, die aan een hefboom H met de verstelbare lengte h een gewicht G draagt. In de beginstand van de blaasbalg, waarbij binnen en buiten de cabine dezelfde druk heerscht, staat de hefboom H verticaal en het gewicht dus in zijn hoogste stand, terwijl bij een uitzetten van de balg het gewicht G naar een lagere stand draait.

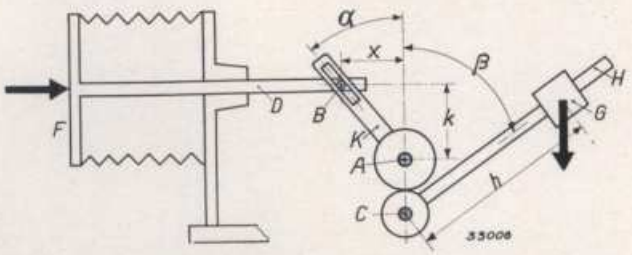


Fig. 4. Het balanceeren van de luchtdruk, die op de flens F van de blaasbalg werkt. De drijfstang D, die door het (hier niet geteekende) mechanisme van fig. 2 heen en weer bewogen wordt, brengt via het glijblok B, de koppelstang K en een tandwieloverbrenging tusschen de assen A en C de hefboom H in beweging, die het verschuifbare tegenwicht G (op fig. 3 goed zichtbaar) draagt.

Men kan gemakkelijk nagaan, in hoeverre met dit mechanisme het ideaal van evenwicht op elk oogenblik benaderd is. We beschouwen daartoe de koppels M_L resp. M_G, die door de luchtdruk resp. het gewicht G uitgeoefend worden op de as A. Uit verg. (2) volgt

$$M_L = \frac{q^2 p_1}{v_1} k \cdot x, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

waarbij k de loodrechte afstand tusschen de drijfstang D en de as A beteekent. (In geval van een adiabatisch verloop der drukwisselingen wordt M_L eenvoudig nog met een factor $\varkappa = 1{,}4$ vermenigvuldigd). Voeren we de hoeken α en β in, waarom de koppelstang K resp. de hefboom H worden gedraaid, dan is

$$M_G = n \cdot G \cdot h \cdot \sin \beta,$$

en wanneer we rekening houden met de betrekkingen

$$\beta = n \cdot \alpha,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{k},$$

volgt hieruit:

$$M_G = n G h \sin \left[n \operatorname{arctg} \frac{x}{k} \right] \cdot \cdot \cdot \quad (4)$$

Tabel I

q	=	1590 cm²
p_1	=	1 at = 1,033 kg/cm²
v_1	=	1,5 m³
k	=	22 cm
n	=	1,5
G	=	20 kg
h		varieert tusschen 20 en 40 cm.

In de tabel zijn de voor de berekening noodige ge-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

gevens vermeld. In *fig. 5* zijn de uit (3) en (4) berekende koppels M_L en M_G als functie van x

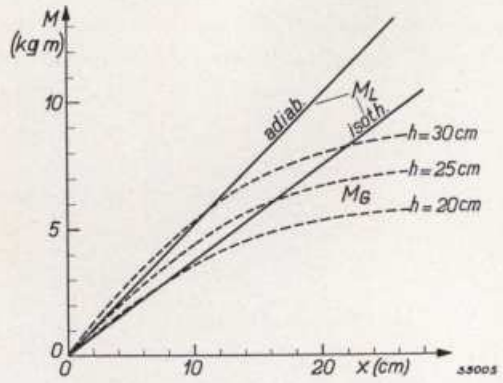


Fig. 5. De door de luchtdruk resp. het tegenwicht uitgeoefende koppels M_L resp. M_G op de as A zouden bij een ideale balanceering voor iedere stand x van de blaasbalg gelijk groot moeten zijn. De werkelijke krommen van M_L en M_G stemmen behoorlijk met elkaar overeen, wanneer de slag van de balg niet al te groot wordt (wanneer bijv. $x < 18$ cm) en wanneer voor de parameter h (stand van het loopgewicht G in fig. 4) een geschikte, bij de slag aangepaste waarde gekozen wordt. M_L is hier zoowel voor adiabatische als voor isotherme drukvariaties geteekend. De werkelijke kromme zal daar tusschenin liggen.

voor verschillende waarden van de parameter h uitgezet. Men ziet, dat door geschikte keuze van h, dwz. van de stand van het loopgewicht G, de kromme M_G bij niet te groote x vrijwel tot dekking gebracht kan worden met de kromme M_L. Alleen in de uiterste standen van de blaasbalg ($x > 20$ cm) blijft het verloop der beide krommen sterk verschillend. Voor de practijk is echter meestal geen grootere slag s van de blaasbalg vereischt dan ca. 18 cm (overeenkomstig een drukverschil van 0,2 at, bij isotherme variaties). De gunstigste stand van het gewicht G hangt van de vereischte slag af. Bij $s = 18$ cm bijv. zou men in het geval van isotherme veranderingen $h =$ ca. 23 cm moeten kiezen. Het bedienend personeel kan de gunstigste stand van het gewicht het eenvoudigst proefondervindelijk bepalen.

Het dient hier nog te worden vermeld, dat the ademen met de „ijzeren long" op verschillende wijzen kan geschieden: men kan de druk in de cabine tusschen de normale luchtdruk en een lagere waarde doen wisselen; of men kan de druk afwisse-

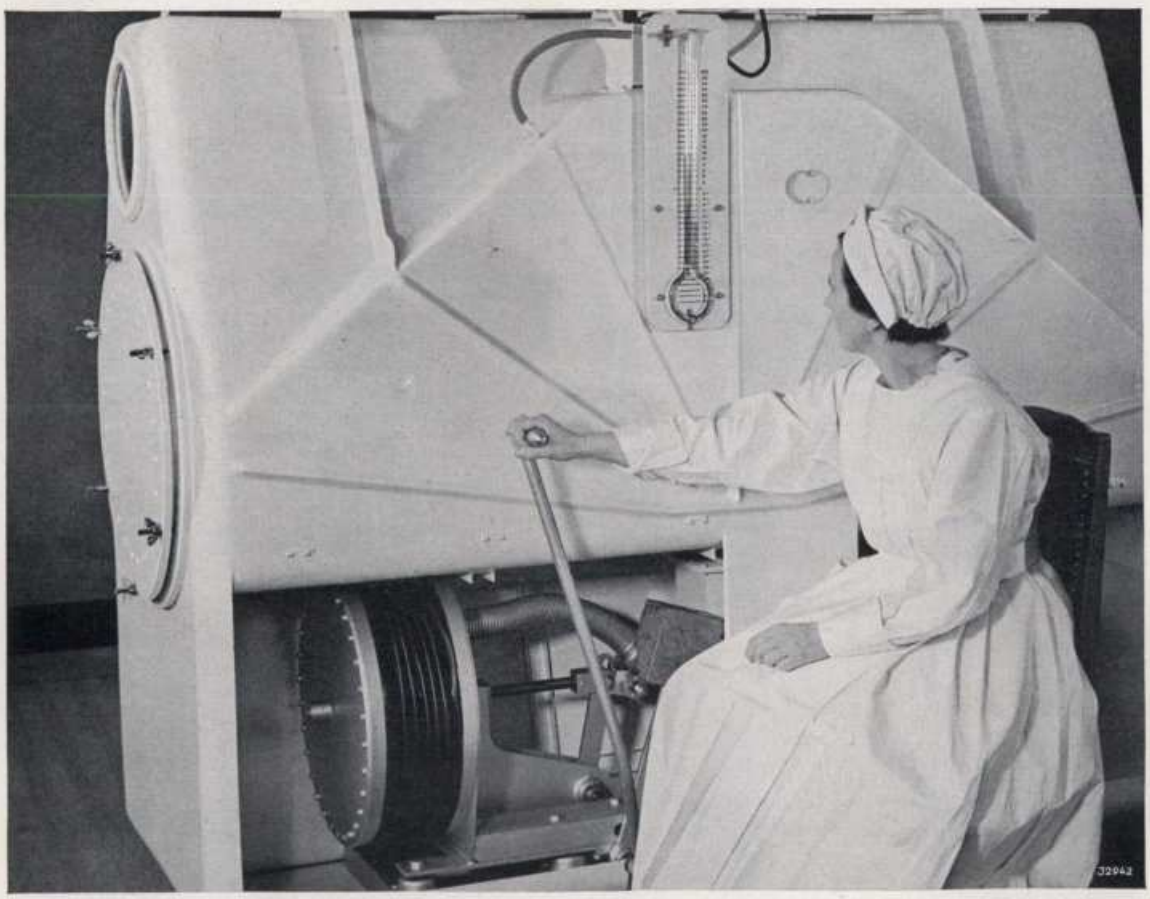


Fig. 6. De „ijzeren long" bij aandrijving door de hand. De persoon, die de handle beweegt, kan op de manometer de grootte der drukwisselingen aflezen en daarnaar de beweging regelen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

lend hooger en lager dan de normale luchtdruk maken [3]). In het eerste geval wordt alleen voor het inademen, in het tweede geval zoowel voor in- als voor uitademen kracht bijgezet. In het bovenstaande en met name in fig. 5 hebben we het eerste geval ondersteld. Kiest de geneesheer de tweede methode, dan wordt de hefboom *H*, die het tegenwicht *G* draagt, onder een andere hoek gezet, zoodat hij verticaal staat, wanneer de blaasbalg zich in het midden van zijn volle slag bevindt. De voor het balanceeren geldende krommen in fig. 5 worden voor dit geval op symmetrische wijze naar negatieve waarden van x voortgezet.

Voor de aandrijving met de hand wordt op het uiteinde van de as *C* een lange hefboom met een handle gezet, zie *fig. 6*. De persoon, die de handle beweegt, kan de grootte der drukwisselingen op een manometer aflezen en hiernaar de beweging regelen.

Verdere details der constructie

De cabine moet stevig gebouwd zijn, aangezien zij bij de drukwisselingen respectabele krachten (verscheidene tonnen) heeft uit te houden. Zij is uit 1,5 mm dikke staalplaten gelascht. Steunijzers zijn inwendig geheel vermeden, teneinde gladde wanden te verkrijgen, die gemakkelijk gereinigd kunnen worden. De cabine wordt op vier rubberwielen gemonteerd, is dus gemakkelijk verplaatsbaar. Zij is zoo smal, dat zij een deur van 90 cm breedte kan passeeren. De blaasbalg is door een flexibele buis met de cabine verbonden en rust tezamen met het aandrijvend mechanisme op stukken rubber, zoodat eventueele trillingen van de aandrijving niet op de cabine worden overgebracht.

Het lichaam van den patiënt wordt door een opening in de cabine gebracht, die daarna door een deksel wordt afgesloten (zie *fig. 7*). In plaats van een volwassen patiënt kunnen ook twee kinderen tegelijkertijd in het toestel behandeld worden. Hiervoor zijn derhalve twee in elkaars verlengde liggende bedden in de cabine ondergebracht, en bevindt zich aan beide uiteinden der cabine een opening voor het hoofd van den patiënt. Bij de behandeling der patiënten wordt groote waarde gehecht aan de mogelijkheid tot verpleging in de zg. ligging van Trendelenburg, d.i. hellend met het hoofd omlaag. Hierdoor wordt een betere afvloed van speeksel gewaarborgd en wordt verslikken voorkomen en daardoor het optreden van compliceerende longontstekingen. De twee bedden kunnen daarom, met behulp van het in fig. 3 zichtbare handwiel, onder een helling van 20° worden gezet. Voor een volwassene worden de twee bedden tot één bed gekoppeld, dat dan onder een hoek van 15° kan worden gezet.

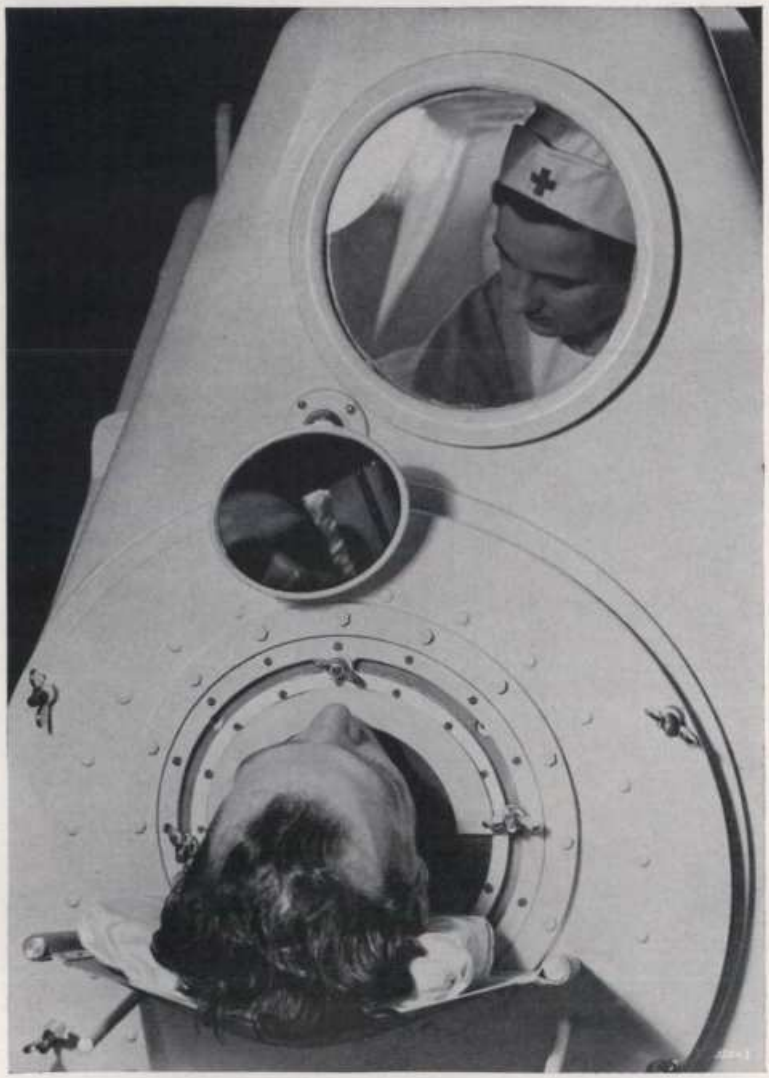


Fig. 7. Het hoofd van den patiënt rust op een kussen, dat door twee ijzeren bouten wordt gedragen. Wanneer het bed van den patiënt schuin wordt gezet (ligging van Trendelenburg), wordt het kussen aan twee lager aangebrachte bouten opgehangen. De verpleegster in de cabine kan door een venster op het gezicht van den patiënt letten. Boven het hoofd van den patiënt is een draaibare spiegel aangebracht, om den herstellenden patiënt meer contact met de buitenwereld te geven.

[3]) In het eerste geval, waarbij dus de druk in de cabine nooit hooger moet worden dan de buiten heerschende luchtdruk, wordt dit eenvoudig gewaarborgd door middel van een ventiel boven op de cabine, dat bij een overdruk in de cabine lucht naar buiten laat ontsnappen. Voor het werken volgens de tweede methode wordt dit ventiel vastgezet.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Het spreekt vanzelf, dat de cabine, voor het verkrijgen der noodige drukwisselingen, luchtdicht van de buitenwereld afgesloten moet zijn. Daar het hoofd van den patiënt buiten de cabine moet blijven, is derhalve een luchtdichte afsluiting rondom zijn hals noodig. Deze wordt verkregen door een halsmanchet, waarvan de constructie in *fig. 8* is geschetst. De twee dunne rubberringen *1*

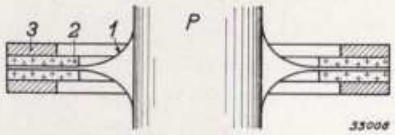


Fig. 8. Constructie van het halsmanchet voor luchtdichte afsluiting van het hoofd van den patiënt ten opzichte van de cabine. *P* hals van den patiënt, *1* dunne rubberringen, *2* chroomleeren steunringen met ritssluitingen, *3* metalen inklemringen, waarmee het geheel draaibaar in de zijdelingsche afsluiting der cabine wordt bevestigd.

hebben een iets kleinere diameter dan de hals en worden aan de hals naar weerszijden iets omgebogen, waardoor zoowel tegen over- als onderdruk een goede afdichting ontstaat, zonder dat de patiënt er hinder van ondervindt. De leeren steunringen *2* zijn van vier radiale ritssluitingen voorzien, die voor het omleggen van het halsmanchet worden opengetrokken, zoodat het hoofd gemakkelijk er door kan passeeren. Het halsmanchet is niet vast in de zijdelingsch sluitende deksel van de cabine bevestigd, maar kan hierin door middel van schroeven, die in gleuven glijden, in willekeurig gedraaide stand vastgezet worden. In fig. 7 is dit duidelijk te zien. De patiënt kan dus bijv. op de zij gelegd worden, zonder dat zijn hals in de rubberringen behoeft te draaien.

Ook de deur, die toegang geeft tot de cabine, is rondom met rubber afgedicht. Het binnengaan of verlaten van de cabine kost den patiënt slechts twee à drie ademhalingen. De verpleegster ondervindt in de cabine geen enkele last van de drukwisselingen, de eenige sensatie is een gevoel van wat „flapperen" van het trommelvlies, dat met wat slikken minder wordt en dat men desgewenscht kan bestrijden door wattenpropjes in de gehoorgangen te doen.

Op één plaats is met opzet een lek in de cabine aangebracht, nl. een kleine cirkelvormige opening, die door een klepje min of meer gesloten kan worden (in fig. 6 boven het hoofd van de verpleegster te zien). Hierdoor is een fijnregeling van de optredende drukwisselingen mogelijk, terwijl door het telkens ontsnappen en toetreden van een kleine hoeveelheid lucht tevens een ventilatie van de cabine wordt verkregen

Als contrôle voor het functionneeren van het toestel is boven op de cabine een signaallampje aangebracht, (in fig. 1 te zien) dat door een onder invloed der drukvariaties bewegend membraan in het rythme der ademhaling wordt in- en uitgeschakeld.

Door een venster in de cabine (zie fig. 7) kan de verpleegster, wanneer zij den patiënt in de cabine helpt, ook op diens gezicht letten. Om den herstellenden patiënt meer contact met zijn omgeving te geven, is boven zijn hoofd een spiegel aangebracht, die met een kogelgewricht in de wand van de cabine is bevestigd, en die de patiënt van binnenuit met zijn handen naar alle richtingen kan draaien.

Het effect van de „ijzeren long" kan rechtstreeks zichtbaar worden gemaakt door de ademhaling van den patiënt te registreeren. Een dergelijk registrogram is in *fig. 9* getoond. De kracht van de „ijzeren long" is zoo groot, dat het zelfs voor een gezonde practisch onmogelijk is, door gebruik van zijn ademhalingsspieren „tegen de ijzeren long in" te ademen. In fig. 9 is dit duidelijk gedemonstreerd.

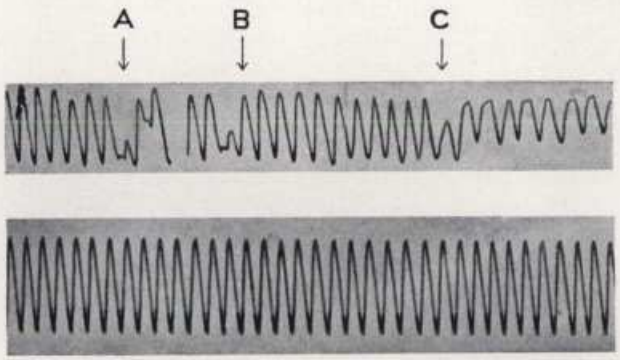


Fig. 9. Registrogram van de ademhaling in de „ijzeren long". De onderste strook geeft de slagen van de „ijzeren long", nl. de heen en weer gaande beweging van de drijfstang van de blaasbalg. In de bovenste strook is de hoeveelheid lucht geregistreerd, die door de mond van den patiënt wordt aangezogen resp. uitgeblazen. Links ziet men hoe de ademhaling van den „patiënt" (voor deze proef was een gezonde in de „ijzeren long" gelegd) in het rhythme van de „ijzeren long" plaatsvindt. Bij *A* zou de patiënt trachten, tegen de krachten van de „ijzeren long" in te ademen. Dit blijkt practisch onmogelijk te zijn: de patiënt kan hoogstens de adem eenigszins inhouden en op die manier telkens een slag van de „ijzeren long" overslaan. Maar ook dit is niet lang vol te houden. Bij *B* geeft de patiënt het op en levert hij zich weer aan het ademen der „ijzeren long" over. Bij *C* werd de „ijzeren long" tot stilstand gebracht, en men ziet nu den patiënt, met een kleinere ademfrequentie en geringere ademdiepte, op eigen kracht verder ademen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

DE ELECTRISCHE WEERSTAND VAN METAALCONTACTEN

door J. J. WENT. 537.311.4

De electrische contactweerstand hangt in de eerste plaats af van de soortelijke weerstand van het contactmateriaal, de hardheid van het materiaal en de contactdruk. Daarnaast zijn de eigenschappen van het aanrakingsoppervlak van belang. In dit artikel wordt aan de hand van deze overwegingen nagegaan op welke wijze men een contact met groote weerstand eventueel kan verbeteren.

De belangstelling voor contactweerstanden is vrijwel even oud als het werken met electrische stroomen. In ieder electrotechnisch toestel komen op talrijke punten contacten voor, zooals bijv. de contactpennen van radiobuizen, de contactveeren van schakelaars enz. In dit artikel zullen uitsluitend rustende contacten behandeld worden, zoodat bijv. contacten in een relais, die door vonken bij het verbreken kunnen afbranden, buiten beschouwing blijven [1]).

Uitbreidingsweerstand en overgangsweerstand

Indien twee volkomen schoone stukken metaal met elkaar in aanraking worden gebracht, dan zal bij een uiterst geringe contactdruk op ten hoogste drie punten een electrisch contact ontstaan. Verhoogt men de druk, dan gaat het materiaal elastisch vervormen en de contactpunten worden contactvlakjes, waarvan het aantal grooter kan zijn dan drie. Bij verdere verhooging van de druk krijgt men behalve een elastische ook een plastische vervorming, zoodat het aanrakingsoppervlak van de contactvlakjes dusdanig toeneemt, dat de drukkracht per eenheid van oppervlak constant blijft, nl. gelijk aan de vloeigrens van het materiaal. Uit de drukkracht volgt dus voor een bepaald materiaal een bepaalde grootte van het wederzijdsche aanrakingsoppervlak.

In *fig. 1a* is een doorsnede van een cirkelvormig contactvlakje weergegeven en zijn een reeks van aequipotentiaallijnen (gestippeld) en een aantal stroomlijnen (getrokken) geteekend. Hierbij is in de eerste plaats het contactvlak zelf als aequipotentiaalvlak ondersteld. De overige aequipotentiaalvlakken hebben de vorm van ellipsoïden, die met toenemende afstand van het contactvlak meer en meer in bolvormige vlakken overgaan.

In de nabijheid van het contactvlakje treedt een electrische weerstand op tengevolge van het feit, dat alle stroomlijnen zich door dit kleine vlakje moeten samenknijpen. Deze zg. uitbreidingsweerstand is samengesteld uit twee deelen R_A en R_B, welke optreden in de blokken A en B van het contact. Zijn ϱ_A en ϱ_B de soortelijke weerstanden van de contactmaterialen en is a de straal van het contactvlakje, dan berekent men voor de uitbreidingsweerstand:

$$R_A = \frac{\varrho_A}{4a}; \quad R_B = \frac{\varrho_B}{4a} \quad \cdots \quad (1)$$

De afleiding van het bovenstaande resultaat vereischt een eenigszins omslachtige integratie. Een meer gespecialiseerd beeld van het contactvlak, zooals dat in *fig. 1b* is weergegeven, is echter zeer eenvoudig te behandelen en levert op een numerieke factor na hetzelfde resultaat. Laten we aannemen, dat het materiaal B in A is uitgestulpt, zoodat het contactvlak de vorm van een halve bol heeft. Verder willen we onderstellen, dat de soortelijke weerstand van het materiaal B verwaarloosd mag worden ten opzichte van die van het materiaal A, zoodat het bolvormige contactoppervlak als een aequipoten-

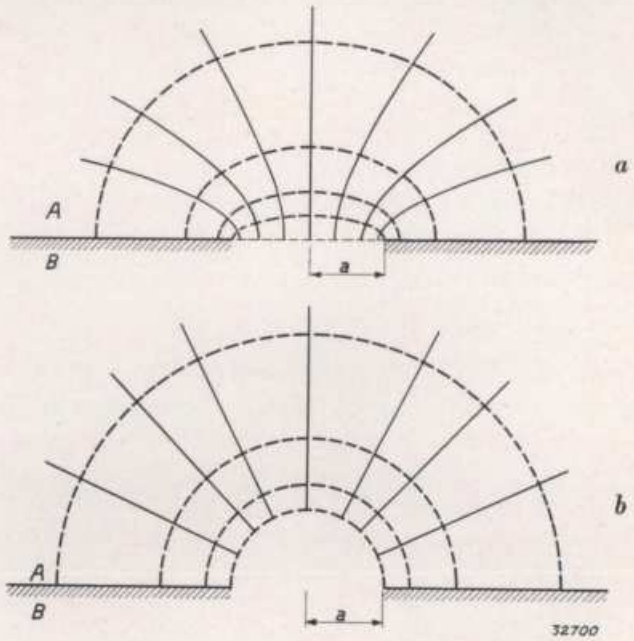


Fig. 1. *a*) Doorsnede door een contact van twee metalen blokken A en B, die elkaar raken in een cirkelvormig vlak met straal a. Gestippelde lijnen aequipotentiaalvlakken, getrokken lijnen stroomlijnen.
b) Doorsnede van een contact van twee blokken, die elkaar raken in een halve bol, die als aequipotentiaalvlak wordt ondersteld. Het verloop van de stroomlijnen en aequipotentiaalvlakken in A is nu veel eenvoudiger.

[1]) Men vindt in de literatuur verspreid, een groot aantal gegevens over contactweerstanden. Een zeer volledig onderzoek, waarin ook algemeene theoretische beschouwingen over contactweerstanden worden gegeven, vindt men in een artikel van R. Holm, Wiss. Veröff. Siemens Konz. **7**. 217, 1929. Dit artikel bevat o.m. een uitgebreid overzicht van de literatuur.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

tiaalvlak kan worden beschouwd. Deze twee wijzigingen zullen slechts een ondergeschikte invloed hebben op de uitbreidingsweerstand in het materiaal A.

Om nu de weerstand van dit model te berekenen, moeten we het verloop van de stroomlijnen kennen. Deze hebben dank zij de symmetrie van het model een zeer eenvoudig verloop; het zijn stralen, die volgens rechte lijnen verloopen vanuit het middelpunt van het boloppervlak. De aequipotentiaalvlakken staan loodrecht op de stroomlijnen en zullen dus eveneens halve bollen zijn, concentrisch met de halve bol van het contactvlak. De weerstand tusschen twee van deze aequipotentiaalvlakken met stralen r en $r+dr$ bedraagt nu

$$dR = \varrho_A \frac{dr}{2\pi r^2}. \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Het gedeelte van de uitbreidingsweerstand in het materiaal A verkrijgt men door dR te integreeren tusschen de grenzen $r = a$ en $r = \infty$, dus:

$$R_A = \varrho_A \int_a^\infty \frac{dr}{2\pi r^2} = \frac{\varrho_A}{2\pi a}.$$

Dit resultaat komt overeen met verg. (1), indien men de factor π door 2 vervangt.

Zooals hierboven reeds is uiteengezet, hangt de grootte van het contactvlak af van de drukkracht en van de mechanische eigenschappen van het materiaal. Indien men zou onderstellen, dat het weekere van de twee contactmaterialen, voor zoover het contact maakt, ook tot zijn vloeigrens f zou worden belast, en de aanraking plaats heeft in één enkel cirkelvormig vlak met een straal a, dan is de totale drukkracht

$$F = f \cdot \pi a^2.$$

Bepaalt men hieruit a en vult dit in verg. (1) in, dan vindt men voor de uitbreidingsweerstand (de som van R_A en R_B):

$$R_u = \frac{\varrho_A + \varrho_B}{4} \sqrt{\frac{f\pi}{F}}. \quad \ldots\ldots \quad (3)$$

De vloeidruk f is een materiaalconstante, die niet erg gemakkelijk is te bepalen; daarom verdient het de voorkeur om in plaats daarvan in te vullen de gemakkelijk te meten hardheid [2]). Deze laatste grootheid wordt immers gedefinieerd als het quotient van de drukkracht en het ingedrukte oppervlak, dat ontstaat, wanneer een harde stalen kogel of een diamant van speciale vorm in het materiaal wordt gedrukt. Ziet men af van versteviging door koude vervorming en van eventueele elastische vervorming, dan zijn hardheid en vloeidruk gelijkwaardig.

Uit verg. (1) volgt, dat het verschil maakt, of bij een bepaalde druk een enkel contactvlak wordt verkregen of een aantal kleinere vlakken, die samen een even groot oppervlak als dit ééne vlak bezitten. Splitst men nl. het aanrakingsvlak in n onderling even groote vlakken, dan is de totale weerstand het n^{de} gedeelte van de weerstand van elk van de kleinere aanrakingsvlakken. Aangezien nu de weerstand van een enkel aanrakingsvlak omgekeerd evenredig is met de straal (en niet met het oppervlak) is de weerstand van ieder van de kleine vlakken slechts $\sqrt{n}$ maal zoo groot als de oorspronkelijke weerstand. De totale weerstand is dus een factor $\sqrt{n}$ kleiner geworden. Onze beschouwingen geven dus een maximale waarde voor de uitbreidingsweerstand. Deze zal echter met toenemende drukkracht spoedig worden bereikt, aangezien de verschillende contactvlakjes samenvloeien tot een enkel aanrakingsoppervlak.

Naast de uitbreidingsweerstand bestaat over het algemeen in het aanrakingsoppervlak ook nog een overgangsweerstand R_0. Bij slecht gereinigde contacten kan deze overgangsweerstand de uitbreidingsweerstand volkomen gaan overheerschen, doch ook bij goed schoongemaakte contacten blijft nog wel een R_0 bestaan, die weliswaar bij kamertemperatuur over het algemeen zeer gering zal zijn, maar slechts door zeer langdurig gloeien in vacuum geheel is te verwijderen [3]).

Onderstellen we voorloopig, dat R_0 tegenover R_u te verwaarloozen is, dan zijn uit verg. (3) alle eischen voor een goed contact af te lezen. Men moet nl. een materiaal met geringe soortelijke weerstand en geringe hardheid kiezen, terwijl de constructie van het contact flinke contactdrukken (bijv. 100 tot 300 g) mogelijk moet maken.

In *fig. 2* zijn eenige metingen betreffende dergelijke contacten weergegeven (getrokken lijnen), waarbij voor de twee contactstukken steeds gelijke soorten materiaal zijn genomen. Logarithmisch zijn tegen elkaar uitgezet de gemeten contactweerstand en de drukkracht. Volgens verg. (3) moeten rechte lijnen ontstaan met een helling van $-1/2$, hetgeen inderdaad ongeveer het geval blijkt te zijn. Verder ziet men uit de figuur, dat zoowel de soortelijke weerstand als de hardheid van de contactmaterialen de contactweerstand op de te verwachten wijze beïnvloeden. Zoo ligt bijv. de lijn

[2]) Over het meten van de hardheid zie: Philips techn. T. **2**, 179, 1937. Een exacte numerieke overeenstemming tusschen hardheid en vloeispanning is niet te bereiken, omdat het materiaal bij een hardheidsmeting op een iets andere wijze wordt belast dan bij een rechtstreeksche bepaling van de vloeigrens. Het is echter te verwachten, dat men, door voor f de hardheid te nemen, de waarheid zelfs beter benadert dan door gebruik van de vloeigrens, aangezien de belasting van een contactpunt sterk lijkt op de belasting, die bij het meten van de hardheid wordt toegepast.

[3]) R. Holm en W. Meissner, Z. Phys. **74**, 715, 1932.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

voor hard zilver boven die voor zacht zilver, terwijl het in verhouding tot hard zilver iets zachtere maar slechter geleidende koper overeenkomt met hard zilver. Het weeke goud is door zijn slechter geleidingsvermogen wat slechter dan zacht zilver, enz.

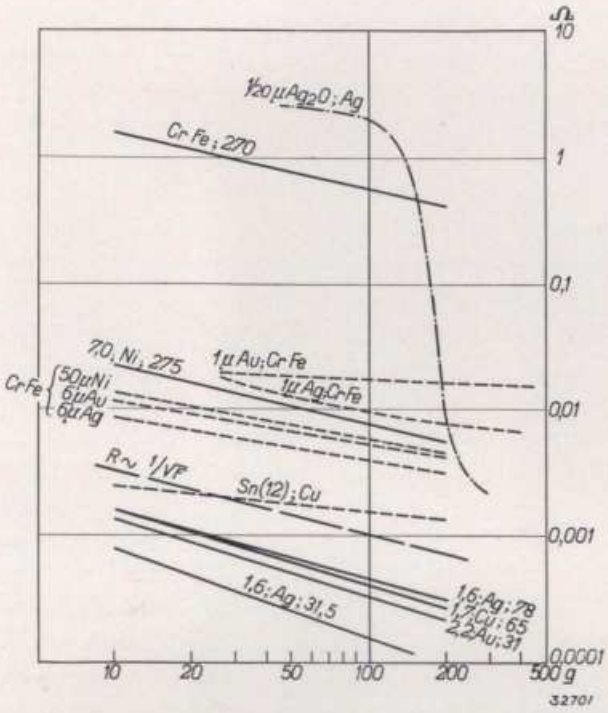


Fig. 2. Verband tusschen contactdruk en contactweerstand. Getrokken lijnen: zuivere metalen; gestippelde lijnen: metalen met deklagen van een ander metaal; streep-punt-lijn: zilver bedekt met zilveroxyde. Het achter de metaalsymbolen aangegeven getal vermeldt de hardheid van het materiaal in Vickers-eenheden, het er vóór geplaatste getal de soortelijke weerstand in μ ohm cm. De dikke gestreepte lijn geeft de helling aan, die men volgens verg. (3) moet verwachten.

Deklagen van zacht, goed geleidend materiaal

Indien men om de een of andere reden als contactmateriaal een stof met groote hardheid en groote soortelijke weerstand moet gebruiken, zooals bijv. voor de pennen van de geheel glazen radiobuizen [4]), waar chroomijzer voor het insmelten gewenscht is, dan kan men zoo'n contact zeer gemakkelijk verbeteren, door er dunne deklagen van een geschikt materiaal op aan te brengen.

De dikte van deze deklagen moet zoo groot worden gekozen, dat het grootste gedeelte van de uitbreidingsweerstand nog in deze deklaag met kleine soortelijke weerstand optreedt, dwz. men moet deklagen maken ter dikte van minstens de straal van het aanrakingsoppervlak [5]). Dit bedraagt meestal 10 tot 50 micron.

In fig. 2 ziet men ook hiervan een aantal voorbeelden (gestippelde lijnen). Goud- en zilverlagen, zoowel van 1 als van 6 μ op chroomijzer bleken inderdaad de contactweerstand zeer aanmerkelijk te verlagen, waarbij zilver tengevolge van zijn kleinere soortelijke weerstand iets betere waarden gaf dan goud. Deze lagen zijn echter niet dik genoeg om de waarden van zuiver zilver en goud te bereiken; niet alleen strekt de uitbreidingsweerstand zich over grootere dikten uit dan zelfs 6 μ, maar ook spelen de mechanische eigenschappen van de onderlaag bij deze dikten nog een rol. Bij een nikkellaag van 50 μ is de invloed van de onderlaag geheel verdwenen; men vindt hier zelfs contactweerstanden, die kleiner zijn dan die van zuiver nikkel, aangezien het zuivere nikkel bij deze proeven harder was dan de uitgegloeide deklaag van nikkel op chroomijzer. Ook een dikke tinlaag (vertind koper) is door de bijzonder groote zachtheid van het tin een vrij goed contactmateriaal, ondanks zijn vrij groote soortelijke weerstand.

Er is nog een tweede reden, waarom zachte materialen voor contacten de voorkeur verdienen boven harde materialen. Men zal behalve een kleine contactweerstand vooral ook een goed constante weerstand verlangen, die in het bijzonder bestand moet zijn tegen trillingen, mechanische schokken enz. en hiervoor zijn zachte materialen met hun grootere aanrakingsvlakken bij gelijke contactdruk ook voordeelig.

Verwarming der contacten

In het algemeen zal men de contacten dusdanig trachten te dimensioneeren, dat men geen last heeft van de Joulesche warmte, die tengevolge van de uitbreidingsweerstand in het aanrakingsvlak wordt ontwikkeld. Zou dit echter wel het geval zijn, dan kan men uit verg. (1) aflezen, wat er zal gebeuren. Bij verhooging van de temperatuur neemt de soortelijke weerstand toe, terwijl de hardheid afneemt en ook een eventueele versteviging teniet kan gaan. Het hangt nu geheel van de omstandigheden af, welk van de twee effecten zal overheerschen.

Fig. 3 toont voor chroomijzer, wat er kan gebeuren, wanneer men bij constant gehouden drukkracht op het contact de stroomsterkte opvoert. Neemt men het geval van 20 gram belasting, dan is de contactweerstand vrij groot en zal er dus veel warmte worden ontwikkeld. Dientengevolge gaat de contactweerstand reeds bij kleine stroomsterkte veranderen (*I* naar *II*); zooals men ziet, overweegt hier de afname van de hardheid boven de

[4]) Zie Philips techn. T. **4**, 170, 1939.

[5]) Indien men verg. (2) integreert tusschen de grenzen a en $2a$, verkrijgt men juist de helft van de uitbreidingsweerstand.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

toename van de soortelijke weerstand. Laat men vanaf *II* de stroomsterkte weer afnemen, dan vindt men een kromme, die uitsluitend door de temperatuurcoëfficient van de soortelijke weerstand is bepaald (*II* naar *III*) en die derhalve ook reversibel is (*III* naar *II*). Men heeft tusschen

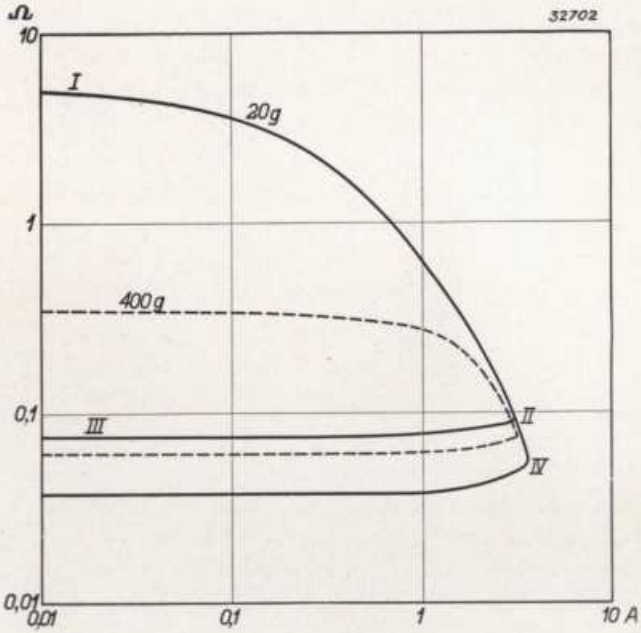


Fig. 3. Verloop van de contactweerstand als functie van de stroomsterkte bij constante contactdrukken van resp. 20 g en 400 g voor chroomijzer als contactmateriaal.

I en *II* dus vrijwel uitsluitend een plastische deformatie gehad, die bij dalende temperatuur volledig bleef bestaan. Voert men vanaf *II* de stroom weer verder op, dan neemt de contactweerstand verder af (*II* naar *IV*) en zoo kan men tenslotte het smeltpunt van het contactmateriaal bereiken, waarbij dus het verschijnsel overgaat in puntlasschen.

Geoxydeerde contacten

Tot nu toe is er steeds sprake geweest van schoone contacten, waarop zich dus bijv. geen huidjes van oxyden bevinden. Heeft men wel een oxydehuid, dan kan de overgangsweerstand R_0 veel grooter worden dan de uitbreidingsweerstand, zoodat de totale contactweerstand van een geheel andere orde van grootte wordt. Toch zijn niet altijd de gevolgen zoo funest, als men wellicht op het eerste gezicht zou verwachten. Men moet natuurlijk geen contacten van sterk oxydeerende metalen trachten te maken, zooals aluminium of lood, doch een oxydelaag op zilver blijkt het ontstaan van een goed contact geenszins onmogelijk te maken. Dit is aangetoond door de volgende proef (zie streep-puntlijn in fig. 2): Een zilvercontact is bedekt met een laag van zilveroxyde, die dikker is gemaakt dan over het algemeen in de practijk is te verwachten. Men vindt nu bij kleine drukken een contactweerstand, die ca. 10^4 maal zoo groot is als die van zuiver zilver, doch bij een contactdruk van 100 à 200 g neemt deze weerstand zeer snel af. Het tegencontact breekt blijkbaar op een aantal punten door de oxydehuid heen en men krijgt plaatselijk weer een aanraking van min of meer zuivere metalen. Alhoewel ook nu nog slechts een paar procent van het oppervlak een metallisch contact geeft, is daarmee reeds een vrij lage waarde van de weerstand bereikt.

Het is bekend, dat men een contactweerstand kleiner kan maken door het contact met petroleum of olie te smeren. De meest verrassende resultaten krijgt men bij vuile of geoxydeerde contacten, want de werking van de olie berust uitsluitend op het schoonmaken en schoonhouden van de contactvlakken; een goed schoon contact wordt door smeren niet verbeterd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

GROOTE PERSEN VAN 1000 TON PERSKRACHT, GEBRUIKT VOOR HET VERVAARDIGEN VAN RADIOKASTEN UIT „PHILITE".

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

1419: J. A. M. van Liempt und J. A. de Vriend: Die Lichtausbeute von Streichhölzern (Rec. Trav. chim. Pays Bas **58**, 433-434, Apr. 1939).

De lichthoeveelheid, die een luciferskop uitzendt, bedraagt ongeveer 150 lumensec en het lichtrendement 3 lumensec per watt. De flitstijd voor een bundeltje van 60 lucifers is 1 sec.

1420: A. H. W. Aten jun., C. J. Bakker and F. A. Heyn: Transmutation of thorium by neutrons (Nature, London, **143**, 679, Apr. 1939).

Als voortzetting van de in **1410** beschreven proefnemingen betreffende het ontstaan van radioactieve edelgassen bij het stukschieten van uraniumkernen door langzame neutronen werd nu ditzelfde onderzoek bij thorium verricht. Teneinde hoogere activiteiten te verkrijgen, werden de actieve gassen thans geleid over absorptiekool in plaats van door water. De aard en de halveeringstijden der radioactieve producten, die uit de actieve gassen ontstaan, stemmen overeen met die, welke bij uranium werden gevonden. Dezelfde ontledingsschema's als reeds in **1410** voor uranium werden aangegeven, gelden dus eveneens voor thorium.

1421: A. Bouwers and W. J. Oosterkamp: Recent Metalix tube developments (Amer. J. Röntgenol. Radium Ther. **41**, 444-447, Maart 1939).

In deze voordracht werden de nieuwste vorderingen op het gebied van de constructie van röntgenbuizen beschreven, in het bijzonder een buis, waarbij een nieuw systeem voor het koelen der anode werd toegepast. Dit geschiedt nl. door straling naar het middengedeelte van de buis, hetwelk dan op zijn beurt weer wordt gekoeld door middel van convectie door lucht bij buizen voor diagnostische doeleinden, die altijd slechts korte tijd achtereen in gebruik zijn, en met stroomend water bij buizen voor therapeutische doeleinden, welke dus lang achtereen gebruikt moeten kunnen worden.

Verder kunnen wij verwijzen naar eenige artikelen in dit tijdschrift: „Rotalix" (Philips techn. T. **3**, 296, 1938); afgesmolten röntgenbuis voor één millioen volt (Philips techn. T. **4**, 161, Juni 1939); röntgenbuis voor onderzoek van kristalstructuren (Philips techn. **3**, 263, 1938).

1422: S. Kaplan: Break-in telephony with carrier suppression (Q.S.T. Amer. **23**, 36-39, Febr. 1939).

Een schakeling met electronenbuizen wordt beschreven, waardoor het mogelijk is oogenblikkelijk over en weer tusschen twee radiostations op dezelfde draaggolf te spreken. Als men begint te spreken wordt de zender automatisch in werking gezet en de ontvanger uitgeschakeld. Een korte stilte in het gesprek schakelt de zender uit en brengt de ontvanger automatisch weer in werking. De inrichting werkt met trappen van lage energie, terwijl er geen relais bij wordt gebruikt.

1423: J. van Niekerk en H. Hofstra: De invloed van dierlijk vitamine-D bij koeien op de antirachitische werkzaamheid van de melk (T. Diergeneesk. **66**, 454 - 459, Mei 1939).

Aan zes koeien werden per dag voor iedere liter melk, die zij produceerden, 3200 internationale eenheden van bestraald provitamine-D van dierlijke oorsprong toegediend. In de vierde en vijfde week van deze voedering werd door proeven met jonge rachitische ratten vastgesteld, dat het gehalte der melk aan antirachitische vitamine gemiddeld 84 internationale eenheden per liter bedroeg. In de zesde en zevende week was het gemiddelde 63 internationale eenheden per liter, terwijl normale melk in die streek in hetzelfde jaargetijde ongeveer 20 internationale eenheden per liter bevat. Gemiddeld is dus 1,7% van het toegediende vitamine-D met de melk afgescheiden. Het toedienen van bestraald provitamine-D van dierlijke oorsprong is dus veel werkzamer voor het verhoogen van het gehalte aan vitamine-D der geproduceerde melk dan blijkens de literatuur het geval is met het toedienen van bestraalde ergosterine en heeft ongeveer hetzelfde effect als toedienen van bestraalde gist.

1424: J. F. Schouten: Het mechanisme van het zien in verband met het vraagstuk der verblinding (De Auto **36**, 750-752, Mei 1939).

In deze voordracht worden als voornaamste oorzaken der verblinding behandeld: het feit, dat het oog geen ideale camera is, waardoor physische of sluierverblinding ontstaat en het feit, dat de gevoeligheid van het netvlies zeer sterk veranderlijk is, waardoor physiologische of adaptatieve verblinding ontstaat.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

1425: W. de Groot: Luminescence decay and related phenomena (Physica **6**, 275-290, Febr. 1939).

Het verloop der fotoluminescentie van zinksulfiden (bijv. ZnS - Cu) met de tijd, bij periodieke belichting telkens gedurende vijf milliseconden, wordt onderzocht met behulp van een electronenmultiplicatorbuis en een kathodestraalbuis. Een capillaire kwiklamp in verbinding met een monochromator wordt gebruikt als ultraviolette lichtbron met een energiestroom van ongeveer 0,5 W/cm² ter plaatse van de bestraalde stof. Een bimoleculair luminescentie-mechanisme wordt besproken, waarbij ook metastabiele toestanden een rol spelen. Tenslotte worden nog enkele waarnemingen aan uraanglas medegedeeld.

1426: W. de Groot: Saturation effects in the short-duration photoluminescence of zinksulfide-phosphors (Physica **6**, 393-400, Mei 1939).

In afhankelijkheid van de dichtheid van de energiestroom van het opwekkende ultraviolette licht wordt de intensiteit gemeten van het fluorescentielicht van enkele sulfidefosforen (ZnS-Cu, ZnS-Ag, ZnS CdS-Ag en ZnS MnS). Het blijkt, dat bij eenzelfde totale energie het fluorescentielicht van deze stoffen voor een energiestroom van ongeveer 5 W/cm² 5 tot 10% minder kan zijn dan voor een honderdmaal kleinere dichtheid van de energiestroom. Uraanglas, kristallen van kaliumuranylsulfaat en een oplossing van fluoresceïne vertoonen dit verschijnsel niet.

1427: M. J. O. Strutt: High frequency mixing and detection stages of television receivers (Wirel. Eng. **16**, 174-187, Apr. 1939).

Voor de inhoud van dit artikel kunnen wij verwijzen naar het onder **1405*** gegeven overzicht.

1427A: J. W. M. Roodenburg: Vervroeging van de bloei bij Kalanchoë Blossfeldiana (Kon. Ned. Mij. Tuinb. Plantk. **13**, 145-148, 153-155 en 162-164, Mei 1939).

Door vanaf half Augustus gedurende eenige weken slechts 10 uur per dag het daglicht toe te laten bij de Kalanchoë bereikt men, dat deze potplanten, die anders pas in de tweede helft van de winter bloeien, reeds tegen Kerstmis volop in bloei staan.

1428: F. Prakke, J. L. H. Jonker and M. J. O. Strutt. A new "all glass" valve construction (Wirel. Eng. **16**, 224 - 230, Mei 1939).

Voor de inhoud van dit artikel kan in hoofdzaak worden verwezen naar Philips techn. T. **4**, 170, Juni 1939.

1429: Balth. van der Pol and C. C. J. Addink: Orchestral Pitch. A cathode ray method of measurement during a concert (Wirel. World **44**, 441-442, Mei 1939).

Zie over hetzelfde onderwerp: Philips techn. T. **4**, 217, Juli 1939.

1430: M. J. O. Strutt und K. S. Knol: Messungen von Strömen, Spannungen und Impedanzen bis herab zu 20 cm Wellenlänge (Hochfrequenztechn. u. Elektroakust. **53**, 187-195, Juni 1939).

In verband met het optreden van stroomverdringing in leidingen en eindige looptijden der electronen in hoogvacuumbuizen treden tengevolge van de inductieve en capacitieve koppelingen tusschen toevoerleidingen en electroden der meetinstrumenten bij het meten van wisselstroomen en -spanningen, benevens van impedanties, groote moeilijkheden op voor golflengten kleiner dan eenige meters. Deze moeilijkheden werden overwonnen door dioden, thermokoppels en met luchtexpansie werkende hittedraadstroommeters van bijzondere constructie te gebruiken. Deze nieuwe instrumenten werden toegepast om impedanties van enkele ohm tot enkele duizenden ohm te meten bij golflengten tot 20 cm.

1431*: A. Bouwers: Elektrische Höchstspannungen (333 pag.; Springer, Berlin 1939).

In deze eerste band van „Technische Physik in Einzeldarstellungen" zijn onderwerpen behandeld, die samenhangen met het opwekken en toepassen van electrische spanningen van tenminste eenige honderden kilovolt. Na een beschrijving van de verschillende methoden, die voor het opwekken van hooge spanningen worden gebruikt, volgt een behandeling van het berekenen der electrische velden, die optreden bij verschillende eenvoudige vormen der electroden. Op pag. 132 is een samenvattende tabel gegeven van een aantal hierbij verkregen veldformules. Verder worden de eigenschappen van isoleerende media besproken en de verschillende onderdeelen behandeld, waaruit een hoogspanningsinstallatie is samengesteld. In een afzonderlijk hoofdstuk worden directe en indirecte

*) Van publicaties, gemerkt met een *, is geen voor verspreiding voldoend aantal overdrukken beschikbaar. Van de andere publicaties verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvraag gaarne overdrukken.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

methoden beschreven om hooge electrische spanningen nauwkeurig te meten en tenslotte worden de belangrijkste toepassingen behandeld. De 324 publicaties omvattende literatuurlijst maakt er geen aanspraak op volledig te zijn, maar bevat wel alle artikelen, die bij het schrijven van het boek werden geraadpleegd.

1432: J. H. de Boer, H. C. Hamaker and E. J. W. Verwey: Electro-deposition of a thin layer of powdered substances (Rec. trav. chim. Pays Bas **58**, 662-665, Juni 1939).

Een eenvoudige methode wordt beschreven om van een verpulverde stof dunne, gelijkmatige en goed hechtende laagjes van groote dichtheid aan te brengen op metallische of electrisch geleidende onderlagen. De stof wordt electroforetisch er op gebracht. De methode berust

1) op het gebruiken van suspensies van de langs mechanische weg fijn verdeelde stof in plaats van kolloïdale oplossingen en
2) op het toepassen van geschikte polaire organische vloeistoffen als dispersiemiddel.

1433: J. L. Snoek: Mechanical after effect and chemical constitution (Physica **6**, 591 - 592, Juli 1939).

In aansluiting op **1399**, waarin werd aangetoond, dat kleine hoeveelheden koolstof en stikstof een sterke magnetische nawerking aan zuiver ijzer kunnen geven, werd nagegaan, of ook een daarmede samenhangende mechanische nawerking kon worden geconstateerd. Een zorgvuldig in waterstof ontkoolde ijzerdraad bleek tusschen — 50 °C an + 100 C° slechts een geringe demping der torsieslingeringen te vertoonen, welke demping bovendien onafhankelijk van de temperatuur is. Na opname van 0,02% stikstof was de demping veel grooter en zij vertoonde een duidelijk maximum bij +9 °C. Bij opname van koolstof lag dit maximum bij + 24 °C. Verhit men een met stikstof verzadigde ijzerdraad achtereenvolgens op 58 °C, 100 °C en 150 °C, dan treedt een gedeelte van de stikstof uit de vaste oplossing in de vorm van een nitride. He maximum der demping neemt door deze behandeling sterk af. Het is dus zeer waarschijnlijk, dat de demping uitsluitend bepaald wordt door de hoeveelheid der zich in vaste oplossing bevindende stikstof, resp. koolstof.

1434-1435: F. K. Niessen und G. de Vries: Über die Empfangsimpedanz einer Empfangsantenne. I. Strahlungswiderstand; II. Reaktanz und Abbildungen (Physica **6**, 601 - 616 en 617 - 627, Juli 1939).

In het eerste artikel wordt de stralingsimpedantie behandeld van een onbelast onderstelde antenne bij een stroomverdeeling, die zich zal instellen bij het invallen van een vlakke golf, waarvan de electrische vector evenwijdig aan de antenne trilt. De stroomverdeelingen worden gegeven voor eenige ontvangantennes en voor eenige in het midden gevoede zendantennes; ze zijn afkomstig van von Korshenewsky en van Labus. De ontvangweerstand in afhankelijkheid van de lengte der ontvangantenne, gemeten in golflengten, wordt nader uitgewerkt.

Onder de bovengenoemde omstandigheden wordt dan in het tweede artikel de reactantie van de ontvangantenne berekend. Ontvangweerstand en reactantie worden dan uitgedrukt in de verhoudingen van de dikte en de lengte der ontvangantenne tot de betreffende golflengte. Voor een bepaalde draaddikte worden deze met de analoge grootheden voor een in het midden gevoede zendantenne vergeleken. De ontvangweerstand van de draad is meestal grooter dan de stralingsweerstand in het geval, dat dezelfde draad als een in het midden gevoede zendantenne wordt gebruikt, terwijl de minima en maxima ongeveer bij dezelfde lengten liggen.

1436: J. E. de Graaf: Industrial radiography on the continent of Europe (J. Inst. electr. Eng. **84**, 545 - 551, Mei 1939).

Een kort overzicht wordt gegeven van de toepassingsmogelijkheden van het röntgenografisch onderzoek der macro-structuur van grondstoffen en producten, waarover in dit tijdschrift reeds een serie artikelen is verschenen: Philips techn. T. **2**, 315, 350, 377, 1937 en **3**, 93, 190, 1938. Verder worden de voor dit macroscopisch materiaalonderzoek te gebruiken röntgentoestellen beschreven.

In September 1939 is verschenen:

Philips Transmitting News **6**, No. 2:

K. Posthumus en Tj. Douma: Frequency stability.

Shortwave telegraphy transmitter KVC 1,5/14.

W. Albricht: Pentodes on short wavelengths.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!